

NATURAL PHILOSOPHY

FOR BEGINNERS.

BEING FAMILIAR ILLUSTRATIONS

OF THE

LAWS OF MOTION AND MECHANICS,

Translated into Gujaráti,

BY

KAHÁNDÁS MANSÁRÁM.

BOMBAY:

PRINTED FOR THE BOARD OF EDUCATION;
AT THE AMERICAN MISSION PRESS.

1853.

યંત્રશાસ્ત્રનાં મૂળ.

એમાં

ગતીના જ્ઞાને યંત્રશાસ્ત્રના નિયમોનું સવિસ્તર
વર્ણન છે.

એનું લાપાંતર

કહાનદાસ મનસારામે

ગુજરાતીમાં કર્યું.

મુંબઈ

બોર્ડ ઓફ ઈડ્યુકેશનની આગાધી અમેરિકન મિશન
છાપખાનામાં છપાયું.

ઈ સ ૧૯૫૩.

2012.12
C. 2. 1
50.0
(217)

29519



29519

અનુક્રમણિકા.



ભાગ પેહેલો.

૫૪.

જડત્વ—પ્રકૃતિ પોતાની મેળે ચલન પામતી નથી
અથવા સ્થિર રહી શકતી નથી.—જડત્વના જાણી-
તા દાખલા.—ખજ.—પ્રતિબંધ.—શુદ્ધી શુદ્ધી જાતની
ગતિયો.—વેગમાન ૧

ભાગ બિન્ને.

પેહેલો ચલન નિયમ.—સ્વતંત્ર ગતિ સીધા મા-
ર્ગમાં અને સમાન વેગથી થાયછે.—મધ્યાકર્ષ
ખજ.—મધ્યોત્સારી ખજ.—વર્તુળાકાર ગતીના દાખ-
લા.—મધ્યોત્સારી પ્રેરણાના જાણીતા દાખલા.—પ્રકૃતિ
જે માર્ગમાં ચલન પામતી હોયછે, તે માર્ગ પો-
તાની મેળે બદલી શકતી નથી ૧૦

ભાગ ત્રિન્ને.

બિન્ને ચલન નિયમ.—ખજોના સમાંતર બાજુઓ-
ખુણુનો પ્રયોગરૂપ દાખલો.—મિશ્ર ચલનના જાણી-
તા દાખલા.—અવયવો અને કુળમાન.—મિશ્ર ચલન
બતાવવાનો સાંચો.—ખજોના સંઘાત અને ભેદનના

ઉદાહરણો.—પવન અને ભરતીનું મધ્ધવા ઉપર ભે-
ર.—માછલાંની ગતિ.—પક્ષીનું ઉડવું.—તુરંગિયોની
કવાયત.—અલોના સંઘાત અને ભેદનના જ્ઞાનની
અવશ્યતા.—ત્રિજ્ઞે ચલન નિયમ.—આઘાત અને
પ્રત્યાઘાતના જાણીતા દાખલા.—અસ્થિતિસ્થાપક
પદાર્થનો પ્રહાર.—સ્થિતિસ્થાપક પદાર્થનો પ્રહાર. . . ૧૫

ભાગ ચોથો.

ગુરુત્વ.—ભાર.—પદાર્થનું પડવું.—રૂપિયો અને
પીછાનો પ્રયોગ.—પદાર્થ પડેછે તારે વેગ વધતો
જાયછે.—એક સરખી વર્ધમાન ગતિ.—આટલુડ
સાહેબનું ચંત્ર.—સઘળા પદાર્થ ઉપર હંમેસાં ગુરુ-
ત્વાકર્ષણનો વ્યાપાર થાયછે.—ઉદાહરણો.—પદાર્થના
પતનના નિયમ ઉપરથી કુવા વગેરેની હંડાઈશોધી
કાઠાડવાની રીતિ.—વર્ધમાન વેગના જાણીતા દા-
ખલા.—હમાર.—ખુંટા ઠોકી બેસાડવાનું ચંત્ર.—
પદાર્થને ઉપર ફેંકિયે છેયે તારે તેમની ગતિ એક
સરખી ક્ષિયમાણુ થાયછે.—આંદોલક.—સમાન વ-
ખતમાં આંદોલન થવું ૪૭

ભાગ પાંચમો.

વાંકી લિઠીમાહેનું ગમન.—અગાસીના નળ-
માંથી પાણીના ધોધવાનું પડવું.—આગળ લઈ
જનારે બળ.—તોપથી છુટેલો ગોળો.—પરાખલા . . . ૬૫

ભાગ છઠ્ઠો.

ગુસ્તવમધ્ય.—ગુસ્તવરેષા.—ઉદાહરણો.—ગુસ્તવમધ્ય
અને મહત્વમધ્ય કોઈવાર એકઠાં પણ હોયછે.—ગુ-
સ્તવમધ્ય રોધી કાહાડવાની રીતિ.—નમી ગયલા
પુરૂજ.—ગુસ્તવરેષાના દાખલા.—ગુસ્તવમધ્ય હંચું
આણવાનો દાખલો.—ઢોળાવવાળા રસ્તા ઉપર ભ-
રેહું ગાહું.—ગુસ્તવમધ્ય નીચે આણવાના દાખ-
લા.—ઝેલચી.—ઝુલ્લા ખાયા કરે એવાં રમકડાં.—
તેના જાણીતા દાખલા.—ઓપગાં જનાવરની આ-
લવાની રીતિ.—દોરડા ઉપર નાચનાર.—ગુસ્તવમધ્ય
હંમેસાં તે પદાર્થમાં હોતું નથી.—ઢોળાવ ઉપર ગમ-
ન.—સિલિંડર અને બેવડા શંકુની ભુલાવામાં પડિ-
યે એવી રમત.—કોયત્ત.—અંડાકાર પદાર્થ.—પદાર્થ-
ની સ્થિરતા.—શંકુ.—ચોરસ, સમાંતરબાજુઓખુણ
અને ગોળ એઓનાં ગુસ્તવમધ્ય રોધી કાહાડવા-
ની રીતિ.—ગુસ્તવમધ્ય એજ જડત્વમધ્ય.—ઉદા-
હરણો.—ત્રણ અથવા વધારે પદાર્થનાં ગુસ્તવમધ્ય.—
ત્રિકોણનું ગુસ્તવમધ્ય. ૬૯

ભાગ સાતમો.

યાંત્રિક શક્તિ.—પેદેલી જાતનું ઉચ્ચાલન.—ગુ-
ણદ્વેગના ખીજનો નિયમ.—પંચની યાંત્રિક શક્તિ.—
એક જાણીતો દાખલો.—ચુંકું અથવા સાંગ.—

તાજવું.—કંપાણ.—ચીના લોકોનો નાહાની વસ્તુ
 તોળવાનો કાંટો.—સુતર તોળવાની કાંટી.—ઉચ્ચા-
 લન વિશે પ્રયોગ કરવાનું સાહિત્ય.—સેહેલા દાખ-
 લાઓ.—બિજી જાતનું ઉચ્ચાલન.—પાલખી.—બુંધાં
 ઉપર પીપને લટકાવીને લઈ જાય છે તેનો દાખ-
 લો.—પાળી.—દરવાજો નરમાદા ઉપર ફેરે છે તેના
 તથા બિજા દાખલાં.—ત્રિજી જાતનું ઉચ્ચાલન.—
 ચરખાનું પાટિયું.—પ્રાણિયોના શરીરના અવયવો.—
 ઉન કાતરવાની કાતર ધત્યાદિ.—બિજી અને ત્રિજી
 જાતનાં ઉચ્ચાલનનો તફાવત.—મિશ્ર ઉચ્ચાલન.—
 જાણીતા દાખલા.—વાંકું ઉચ્ચાલન.—નાના પ્રકાર-
 ના દાખલાઓ.—ઉચ્ચાલક અને ઉચ્ચાલ્યનો ત્રાં-
 સો વ્યાપાર થાય છે તેનો દાખલો.—કાટખુણુ ઉ-
 ચ્ચાલન.—વાંકા ઉચ્ચાલનનું તાજવું.—એ ટેકાના
 આધાર ઉપર રહેલો ભારોટિયો ૮૮

ભાગ આઠમો.

ચક્ર અને આંસ.—ચક્ર અને મિશ્ર આંસ.—
 એ ચંત્રનું પરિચિત.—ઉદાહરણો.—વાંકા કોઈયાનું
 ચક્ર.—ગુણદેગનું ખીજ.—આંસ અને ચક્રની ઘણી-
 એક તરેહની યોજના.—ડવર.—મિશ્ર ચક્રનું ચંત્ર.—
 દાખલાઓ.—પટા.—ધડિયાળની રચના.—ફ્યુઝીનો
 વ્યાપાર.—જળ ચક્ર.—ઉર્વાહત ચક્ર.—અધરાહત
 ચક્ર.—પાર્શ્વહત ચક્ર.—પવનચક્રી.—ઘોડાની શ-

ક્રિત.—ચારી.—ગોળ પાંજરાં.—રેટ.—આંસ અને ચ-
ક્રની જાત જાતની યોજના ૧૩૪

ભાગ નવમો.

કપ્પી અથવા દોરડું.—અચર કપ્પી.—જાણીતા
દાખલા.—ચરકપ્પી.—એનો ત્રાંસા માર્ગમાં વ્યાપા-
ર.—માત્ર એક દોરડાની કપ્પીઓ.—વાહાણમાં જે
કપ્પીઓ કામમાં આવેછે તે.—સ્મીટન સાહેબની
કપ્પી.—વર્ધટ સાહેબની કપ્પી.—સ્પાનિશ બાર્ડ-
ન.—ઘણાં દોરડાંવાળી કપ્પીનાં ઉદાહરણો.—ગુણુદ્દે-
ગનું ખીજ.—ધર્પણ લાટ. ૧૬૧

ભાગ દશમો.

દોળાવ.—એના દાખલા.—બળના સંઘાત અને
ભેદનની યોજના.—જારે શક્તિનો વ્યાપાર ત્રાંસા
માર્ગમાં થાયછે તારે શક્તિ અને વજનનું પ્રમાણ
શી રીતે નિકળેછે.—ગુણુદ્દેગનું ખીજ.—રસ્તાનો
દાળ.—ઉદાહરણો.—અસલના લોકોજે જાતનો દોળાવ
કરતા હતા તે.—દાદર.—ગોદીમાંથી વાહાણ ઉતાર-
વાને દોળાવ કરેછે તે ૧૮૧

ભાગ અગિયારમો.

કાચર.—યાંત્રિક શક્તિ.—પ્રહાર.—જાણીતા દા-
ખલા.—પોર્ટસ્મૌથની ગોદીમાં થયેલા પ્રયોગ ઉપર-
થી થયેલો નિર્ણય ૧

ભાગ પારમો.

મળસૂત્ર.—ઢોળાવનું રૂપાંતર.—માકડી.—માકડી
 અમળ હોયછે તેનું દૃષ્ટાંત.—મળસૂત્રો દાંડાથી અ-
 થવા ઉચ્ચાલનથી ફેરવ્યામાં આવેછે.—ચોપડીના
 પૂઠા કરનારો જે સિકંજો વાપરેછે તે.—હંટર સાહે-
 બનું મળસૂત્ર.—અનંત મળસૂત્ર.—મળસૂત્રની ના-
 ના પ્રકારની યોજના.—અલ્પાંતર માપક મળસૂત્ર . . . ૧૯૮

ભાગ તેરમો.

ધર્ષણ.—ધર્ષણ દૂર કરવાના ઉપાય.—ધર્ષણ ક્રમી
 કરનાર ચક્ર.—પ્રયોગ.—ઢોળાવની સાહ્યતાથી ધર્ષણ-
 ના નિયમો જાણવાની રીતિ.—ધર્ષણ સર્વ યાંત્રિક
 શક્તીની અંદર થાયછે. ૨૧૦
 રાષ્ટ્રપરિભાષા ૨૧૯

યંત્રશાસ્ત્ર.



ભાગ પેહેલો.

યંત્રશાસ્ત્ર ખીજી સર્વ સૃષ્ટીવિદ્યાનો પાયો અથવા મૂળ છે એમ ધાર્યું તો ચાલશે, કેમકે એનાં મૂળતત્વો ચલનનિયમના આશ્રય ઉપર રહેલાં છે, અને આ નિયમોનાં જ્ઞાન વિના, અપ્રવાહી અને પ્રવાહી પદાર્થો ચલન પામ્યાથી જે કાર્યો ઉત્પન્ન થાયછે, તે સમજવાને અથવા તેમના પરિણામો જાણવાને અશક્ય થશે.

યંત્ર શાસ્ત્રનો અર્થ યંત્ર એ શબ્દ ઉપરથી સાફ માલમ પડી આવેછે. કેટલાએક ગ્રંથકારો આ વિદ્યાનાં ગણિત સંબંધી પુરતકોમાં પ્રાયઃ સ્થૈર્ય વિજ્ઞાન અને શક્તિ વિજ્ઞાન એવા બે ભાગ કરેછે. સ્થૈર્ય વિજ્ઞાન એટલે, પદાર્થો જે શક્તિયક્તી અચળ સ્થિતીમાં રહેછે તેમનું નિરૂપણ; અને શક્તિ વિજ્ઞાન એટલે ગતીના કારણોનું અથવા ચલન ઉત્પન્ન કરનાર બળોનું નિરૂપણ. હાલનાં આ તત્વબોધક ગ્રંથમાં આ બંને વિષયોનો વિચાર એકઠો કીધામાં આવશે, કેમકે કોઈપણ પદાર્થનું ગમન અથવા સ્થિતી એકજ કારણનો જુદી જુદી રીતે વ્યાપાર થયાથી થાયછે. તેટલામાટે યાંત્રિકશક્તિનું અધ્યયન કર-

૨. ચલન અને તેના નિયમો-જડત્વ.

વાની પૂર્વે શિખનારે પદાર્થોનાં ચલન અને ગુરૂત્વાકર્ષ-
'કત્વનાં કાર્યથી યથાસ્થિત વાકેફ થવું, એ અવશ્ય છે.

ચલન અને તેના નિયમો.

ચલન એટલે પદાર્થનું એક સ્થળેથી બીજે સ્થળે
જવું, અથવા અચળ રહેવાથી જે વિરુદ્ધ વ્યાપાર તે.
પદાર્થ જરે અચળ હોયછે, તારે તે પોતાની મેળે ચાલી
રાકતો નથી, તેમજ જરે તે ગતિમંત હોયછે તારે પણ
તેનાથી પોતાની મેળે સ્થિર રહેવાતું નથી; પ્રકૃતીના
આ ગુણને જડત્વ કહેછે. આપણને અનુભવથી
માલમ પડેછે કે પૃથ્વીના પૃષ્ઠ ઉપરના એકાદ અડકની
સ્થિતી તે ઉપરની બીજી વસ્તુઓ સાથે જોતાં કાંઈ
બદલાતી નથી; તેનામાં પોતાની મેળે ચલન પામવાની
શક્તિ નથી મારે, કોઈ બળથી ચલન પ્રાપ્ત થાય તાંહાં
સુધી તે નિરંતર અચળ રહેશે. વળી એ પણ ખરું
છે કે, પ્રકૃતીને એક વારગતિ પ્રાપ્ત થઈ, એટલે તેનાથી
સ્થિર રહેવાતું નથી, કેમકે એનેવિરોધે ચેતન્ય નથી
તેથી કરીને, બીજાં કોઈ બળની પ્રેરણા થયા શિવાય,
એનાથી ગમન થતું નથી, અથવા સ્થિર રહેવાતું નથી.
પદાર્થો સ્થિર અથવા ચલિત એ બેમાંથી ગમે તે
સ્થિતીમાં હોય તેમાંજ તેઓ રહેછે, અને તે સ્થિતી
ફેરવવાને બળ લગાડવું જોઈએ, તે હેઠળ કહેલા
દાખલાઓથી માલમ પડશે.

મારથી ભરેલાં ગાદ્યાંને ખેંચવાસોર બલદોને તેનું

જડત્વ તોડવું પડેછે, પણ એકવખત તોડવું એટલે પેહેલાં તેઓ નેટલી મુશકેલીથી ખેંચતા હતા, તે કરતાં તેઓ સહેલથી ખેંચેછે. ડાકની ગાડી પેહેલી હંકરાતી વેળાએ ખેસનારાઓનાં શરીરમાં એકદમ ગાડીની ગતિ ઉત્પન્ન થાયછે, તેને તેમનું જડત્વ પ્રતિબંધ કરેછે, તેથી તેઓને પાછળની તરફ આગળો લાગેછે,—અને જારે તે ગાડી ઉભી રહેછે તારે એથી વીરુદ્ધ પરિણામ બનેછે. કોઈ માણસ હોડીનાં સુકાન આગળ ઉભો હોય અને જો સંભાલ ન લે તો, હોડી આગળ માંડરો એટલે તે પાણીમાં પડશે; અને જારે તે અટકશે તારે તે આગળ પડશે. દોડતી જતી બગીમાંથી કોઈ માણસ ભુસ્કો મારે તો, જમીન ઉપર તેના પગ પોહોતા પછી, તેને પડવાનો જારી ભય રહેશે, કેમકે તે વેળાએ તેનાં શરીરમાં બગીની દોડ નેટલો વેગ પ્રાપ્ત થયલો હોયછે. કોઈ શક્તિને ખાઈ અથવા અર ઓળંગવી હોય તારે તેનાં શરીરમાં વેગ ઉત્પન્ન થાય અને તેનાથી સહેલથી ક્લંબ મરાય, માટે તે થોડીએક પાછળ જઈને દોડવા માડેછે. ઘોડસ્વાર સારીપેઠે દોડતા ઘોડાની જીન ઉપર ઉભો રહીને. જો તેજ બાજુ તરફ જનાર, અને તેટલીજ ઝડપથી દોડતા બીજા ઘોડા ઉપર કુદે તો, તે કામ તેનાથી નેટલી સુગમતાથી તે બંને ઘોડાઓ ઉભા હોત તારે બની આવત, તેટલીજ સુગમતાથી બની આવશે; તે માણસમાં પોતાના ઘોડા નેટલોજ વેગ હોયછે, અને તે વેગ પોતે બીજા ઘોડા ઉપર કુદી જાયછે તાંહાંસુધી તેનામાં જારી રહેછે. જો બીજો ઘોડો ઉભો હશે તો તે માણસ તેની

ડોક ઉપર પડશે; અને જો તે સ્થિર ઘોડા ઉપરથી ખીજા પોતા તરફથી જોસ્સા બંધ જતા ઘોડાની પીઠ ઉપર કુદશે તો તે, તે ઘોડાની પાછળ રહેશે. તેમજ ઢિલા તાર ઉપર નાચ કરનાર જોરે તાર સારીપે ઝુલતો હોયછે તારે ઘણાએક ગોળાઓ ઉપર ફેંકેછે, તે ગોળાઓ પણ હાથની સાથે ઓલ્યા ખાતા તેનો વેગ ધારણ કરી રાખેછે, અને હવામાં છતાં તેઓ હાથનો માર્ગ ધરેછે, અને જોરે ઓલ્યો એક બાજુથી ખીજી બાજુને નાકે આવેછે, તે વેળાએ તે તાંહાંજ પાછો હાથમાં પડેછે. તેમજ કોઈ રાક્ષસ સપાટાબંધ ચાલતા વાંહાણુના કુવાને મથાળે જઈને એકાદો ગોળો હેઠે નાખે, તો તે, તે કુવાના પાયા આગળ આવી પડશે, કૂરણુ, નાખનારના હાથમાં હતો તારે તે ગોળામાં જો વાંહાણુનો વેગ હતો, તે તાર લગી તેનામાં કાયમજ રહેલો હોયછે, અને તેથી તે પોતાનાં પૂર્વજ વેળાએ કુવાની સાથે આગલ ચાલેછે.

નીચેના પ્રયોગથી જડત્વનો ગુણ સેહેલથી બતાવ્યામાં આવેછે: સ્થિર રહે એવી રીતે આંગળીના ટેરવા ઉપર ગંજીફના પાનાં જેવું એક પાનું ગોઠવ, અને તેનાં ઉપર એક અર્ધો મુક; પછી પાનાંની બાજુએથી અળગે હાથે એક જોરથી ટકોરો માર; એટલે તે પાનું અર્ધાની નીચે રહીને ચાલ્યું જશે, પણ અર્ધો તેના જડત્વનાં જોરથી આંગળી ઉપર રહેશે: અર્ધાનું જડત્વ પાનાનાં ધર્ષણ કરતાં અધિક છે તેથી એ પ્રમાણે બનેછે.

આ દાખલાઓથી સેહજ માલમ પડી આવશે કે, સ્થિરપદાર્થને જો પ્રેરણા ન થઈ, તો તે કદી ચલન પામશે

નહીં. તથાપિ પ્રકૃતિ સ્વતઃ ગતિ પામતી નથી માટે આપણે એવું અનુમાન ન કરવું કે અચળ રહેવું એજ પદાર્થોનો સ્વાભાવિક ધર્મ છે, કેમકે ચલન એ સ્થિરતા જેવીજ પ્રકૃતીની સ્વાભાવીક સ્થિતી છે, તથા પદાર્થ સ્થિર છતાં તેનું ગમન થવું અથવા ગમન છતાં સ્થિર રહેવું એ બંને આપાર ઉપાધિ વિનાં થતા નથી, એ થોડાએક દાખલાઓથી માલમ પડશે; અને વળી એ પણ માલમ પડશે કે, ગતિઓનાં ઠકવામાં ધણી ભિન્નતા છે, તથા ધર્મણુ અને વાયુના પ્રતિબંધથી આ ભિન્નતા મુખ્યત્વે કરીને ઉત્પન્ન થાયછે.

જો એક લીસો ગોળો ભુંધ ઉપર ગળડાઓ તો જમીનનાં અડખસડાપણાને લીધે, તે જલદીથી અટકશે; જો તેને લીસા અને એક સરખા કિત્તા ઉપર ગળડાઓ તો, તેની ગતિ વધારે વાર રહેશે, કેમકે તેનાં ગમનને થોડો પ્રતિબંધ છે; પણ જો તેને અરકુની એક સરખી અને લીસી સપાટી ઉપર ગળડાઓ, તો ધર્મણુનાં જોરથી જે તેનો વેગ નરમ પડશે તેનું માન પણ થશે નહીં, અને જો વાયુનો સપાટો પણ તેને જોણી તરફ ગળડાવાયે છેયે તેણી તરફનો હશે તો તે ધણોએક દૂર જશે. એક ઝીણી અને કઠણ આરવાજો મોટો ભમડો જે વાસણમાંથી વાયુ કાઢાડી નાખેલો હોય તેમાં ફેરવ્યો તો તે ધણીવારસુધી ફર્યા કરશે, કેમકે તેની ગતિને વાયુચક્રી કાંઈ પ્રતિબંધ થતો નથી. નિર્વાત જગામાં આંદોલકને હલાવ્યું તો તે ધણીવારસુધી ઝુલ્યા આશે, કેમકે જે બિંદુએ તે લટકેછે, તે બિંદુનાં કિંમિત

ધર્ષણ શિવાય તેને ખીજ કોઈથી પ્રતિબંધ થતો નથી, એક સરખી જડાઈનાં એક નાહાનાં પઈડાંને મધ્ય બિંદુ ઉપર ટાંકણી રાખીને ફેરવ. તે એવી રીતે બનાવેલું જોઈએ કે તેનાં મધ્ય બિંદુની આસપાસ તેના બધા ભાગ સમતોલ રહે, કે તેથી કરીને ટાંકણીની આસપાસ તેની ગતિ તેનાં ગુરુત્વનાં જોરથી ઘટે અથવા વધે નહીં. તેટલામાટે હિંચાં તેના આંસ ઉપરનું ધર્ષણ તથા વાયુનો પ્રતિબંધ એ કારણો શિવાય ખીજું કાંઈ તેની ગતિને અટકાવનાર નથી. જો ધર્ષણ કમી કરનાર અથવા ઉપર તેનો આંસ સુકીને તેનું ધર્ષણ કમી કીધું તો, તે ફક્ત પોતાના આંસ ઉપર ક્યારી જોટલીવાર ગતિમાં રહેત, તેના કરતાં વધારે વાર રહેશે. પણ જો એ સર્વ સાહિત્યને વાતાકર્ષક ચંચળ કાચ પાત્રમાં સુકીને જો વાયુ કાઢાડી નાખ્યો તો, તેથી કરીને વાયુનો પ્રતિબંધ દૂર થશે, અને તારે તે પુષ્કળવારસુધી, ધાણું કરીને સમગતીએ ફરતું માલમ પડશે.

આ દાખલાઓથી માલમ પડે છે કે, જો કોઈ પદાર્થને એક વાર કાંઈ બળના યોગથી ગતિમંત કોધો, તો જેમ જેમ ધર્ષણ, વાયુનો પ્રતિબંધ અને ખીજાં ક્ષીણ કરનાર કારણોથી અટકાવ ઓછો થતો જાય છે તેમ તેમ, તે પદાર્થનું ગતિમાં રહેલું, હંમેસાં વધતું જાય છે. દરએક દાખલા જે આપણી નજર તળે આવે છે તે સર્વથકી એ ઉપરની વાત માલમ પડે છે; તેથી એવો નિર્ણય કીધામાં આવે છે કે, કોઈ પદાર્થ એવાં કારણો રહિત થયો એટલે તેની ગતિ કેવળ એક સરખી તથા નિરંતર થશે.

જે કારણથી સ્થિર પદાર્થ ગતિમંત થાયછે, અથવા તે ગતિમંત હોયછે તારે તેની ગતિમાં ફેરફાર થાયછે, તેને બળ કહેછે. સંખ્યાથી અથવા જે માર્ગમાં બળનો વ્યાપાર થાયછે તે માર્ગમાં દોરેલી લિટીથી બળને બતાવવાને પ્રાયઃ ઘણું સેહેલ પડેછે; અને તે બળનું માન પણ તેજ વખતે તે લિટીની લંબાઈથી બતાવ્યામાં આવેછે. ગતિમંત પદાર્થની ગતિ ક્ષીણ થાય, અથવા તેની ગતિનો નાશ થાય, અથવા તે જે માર્ગમાં ચાલતો હોય તેથી કિલટા માર્ગમાં ચાલે, એવી રીતે ગતિને જે અટકાવ થાયછે તેને પ્રતિરોધ કહેછે.

જે પ્રમાણે બળનો વ્યાપાર થાયછે તે પ્રમાણે ગતિમાં ફેરફાર થાયછે. જે અથવા વધારે પદાર્થ સાથે ચાલેછે, તારે તેઓ સામાન્ય ગતિએ ચાલેછે એમ કહેવાયછે: કોઈ માણસ વાંઢાણ ચાલતી વેળાએ તેની અગાસી ઉપર ઉભો હોયછે તેને વાંઢાણની સાથે સામાન્ય ગતિ હોયછે. તેમજ જે છોકરો ખીજા માણસને ખાંધે ખેંસીને જાયછે, તેને પણ તે માણસ સાથે સામાન્ય ગતિ હોયછે.

જો કોઈ પદાર્થ ખીજા સ્થિર પદાર્થ સાથે જોતાં ગતિમંત હોયછે, તારે તેની ગતિને નિરપેક્ષગતિ કહેછે. માણસ એક ઢોકાણેથી ખીજે ઢોકાણે જાય, અથવા વાંઢાણ પાણીમાં ચાલે, એ સર્વ નિરપેક્ષ ગતીના દાખલા છે.

ખીજા ગતિમંત પદાર્થ સાથે જોતાં કોઈ પદાર્થ પોતાની સ્થિતિ બદલે તારે તેની ગતિને સાપેક્ષગતિ કહેછે: ઉદાહરણ, જે માણસ પાત્રખીમાં ખેંસીને રસ્તેથી જાયછે,

તે સાપેક્ષ રીતે જોતાં એટલે પાલખીને અનુસરીને સ્થિર છે; પણ નિરપેક્ષ રીતે જોતાં તો પાલખીની સાથે એક ઢેકાણેથી ખીન્ને ઢેકાણે જવાને લીધે તે ગતિમાં છે; અને પાલખી ચાલતી કિંવા સ્થિર હોય તોપણ, તેમાં કોઈ ખીજું માણસ જોડેલું હોય તો, તેની સાથે પણ તે સાપેક્ષ રીતે જોતાં સ્થિર છે. જો સાધારણ અર્થ ઉપરથી એમ માલમ પડે કે વસ્તુતઃ સ્થિતિમાં ફેર પડ્યો છે, તારે જે ગતિ ઉત્પન્ન થઈ હોય છે તેને નિરપેક્ષ ગતિ કહે છે, પરંતુ તેથી વિરુદ્ધ, જો આસપાસના પદાર્થોની સ્થિતિમાં ફેરફાર થઈને પદાર્થનું સ્થળ સાપેક્ષ રીતે જોતાં બદલાય છે, તારે તેને સાપેક્ષ ગતિ કહે છે.

જે ત્વરાથી પદાર્થ ચલન પામે છે, તેને તે પદાર્થનો વેગ કહે છે; અને જો પદાર્થ સમગતિએ ચલન પામે છે, તારે તેનાં ગમનના અંતરને તેને જે કાળ લાગે છે તેણે વતી ભાગ્યાથી તેનો વેગ માલમ પડે છે: જો કોઈ પદાર્થ ત્રણ સેકન્ડમાં ત્રીશ ફુટ ચાલે તો તેનો વેગ દરસેકન્ડે (ત્રીશ ભાગ્યા ત્રણે એટલે) દશ ફુટ થશે.

જો ચલિત પદાર્થ બરોબર વખતમાં બરોબર અંતર કાપે છે, તારે તે પદાર્થની ગતિને સમગતિ કહે છે. જો ધીમે ધીમે વધતી હોય, તો તે ગતિને વર્ધમાનગતિ કહે છે; અને જો ધીમે ધીમે ઘટતી હોય, તો તે ગતિને ક્ષીયમાણગતિ કહે છે.

ચલિત પદાર્થ જે બળ અથવા શક્તિથી ખીજા પદાર્થ ઉપર આઘાત કરે છે, તે બળને મોમેન્ટમ કહે છે; અને એનું પરિમાણ પ્રત્યંશ અથવા તે પદાર્થના ભારને વેગે

ગુણ્યાથી નીકળેછે. તે કારણમાટે એક ગોળો જેનું વજન દશ તોલા છે, તેમાં અમુક વેગ ઉત્પન્ન કરવાને જે બળ લાગશે, તે બળ, તેવોજ એક બીજો સ્થિર ગોળો જેનું વજન માત્ર એ તોલા છે, તેમાં તેટલોજ વેગ ઉત્પન્ન કરવાને જે બળ લાગશે, તેના કરતાં પાંચ ગણું વધારે થશે; કેમકે મોટા અને નાહાના ગોળામાં એક મરખો વેગ છે તોપણ, મોટો ગોળો નાહાના ગોળા કરતાં પાંચ ગણું વધારે બળે ચાલેછે. પણ જો નાહાના ગોળાનો વેગ પાંચ ગણું વધાર્યો તો મોમેન્ટમ બરોબર થશે; કારણકે તારે તે બેઉનાં મોમેન્ટમ $10 \times 1 = 10$, અને $2 \times 5 = 10$, એ પ્રમાણે બરોબર આવેછે. એ ઉપરથી સ્પષ્ટ દીસેછે કે પદાર્થનું મોમેન્ટમ એ રીતે વધેછે; એક રીતી એ કે જે વેગે તે પદાર્થ ચાલતો હોય, તેજ વેગ કાયમ રાખીને તેના પ્રકૃત્યંશ વધાર્યાથી, અને બીજી રીતી એ કે તેનાં વજનમાં અંતર ન પાડતાં તેનો વેગ વધાર્યાથી. કોઈ માણસને પોતાથી દશ ફુટને અંતરે, એક મણનો બોલો ફેંકવાને જે બળ લાગશે, તેનાં કરતાં, તેથી બમણા એટલે જે મણના બોલને, તેટલેજ અંતરે નાખવાને, અથવા તેટલાજ બોલને તેથી બમણા અંતરે નાખવાને બમણું બળ લાગશે; પણ જો અગાઉ કરતાં તે વધારે બળથી ન ફેંકે, તો તે જે મણનો બોલો માત્ર પાંચ ફુટને અંતરે પડશે, અને તેથી બેઉ પદાર્થોનું મોમેન્ટમ બરોબર થશે, કેમકે $1 \times 10 = 2 \times 5$. તેમાટે પદાર્થોનાં વજનમાં ગમે તેટલું અંતર હોય તોપણ, જો તેઓનો

વેગ તેઓનાં વજનનાં વ્યસ્ત પ્રમાણમાં, એટલે મોટા પદાર્થ કરતાં નાહાનો પદાર્થ તોલમાં જેટલા ગણો ઓછો છે, તેટલા ગણો જો તેનો વેગ મોટા પદાર્થ કરતાં વધારે હોય, તો નાહાના પદાર્થનું મોમેંટમ મોટા પદાર્થનાં મોમેંટમની બરોબર થશે. અને એજ કારણમાટે દારૂની ખનાવટ માલમ પડ્યા પછી લડાઈનાં કામમાં હમાર વાપરતા નથી; કેમકે પચાસ હજાર રતલના હમારનાં જેટલુંજ કાર્ય છત્રીશ રતલના ગોળાને તોપે ઉડાડ્યાથી સિદ્ધ થાયછે; એ સિદ્ધ થવાને એટલુંજ બસ છે કે હમાર કરતાં તોપનો ગોળો, વજનમાં જેટલા ગણો ઓછો છે તેટલા ગણા વધારે વેગથી તે ઉડાડવો જોઈએ.

ભાગ બીજો.

સર્વે ચલનોનાં મૂળતત્વો ત્રણ પ્રકારમાં આણી મુકાયછે, તેમને ચલનના ત્રણ નિયમો કહેછે.

પેહેલો ચલન નિયમ.—જ્યાંસુધી કાંઈ પ્રેરણાઓનાં જોરથી પદાર્થને પોતાની સ્થિતિ બદલવાની જરૂર પડતી નથી, ત્યાંસુધી તેજ સ્થિતિમાં રહેછે; એટલે,—પ્રત્યેક પદાર્થ, સ્થિર હોય, તો સ્થિર રહેછે,

અથવા, ગતિમંતં હોય, તો સીધી લિટીમાં સમગ-
તીએ આલ્યા કરેછે.

શિખનારાઓને ખુદ્દી રીતે માલમ પડશે કે, આ
નિયમ પાછળ કહેલા પ્રકૃતીનાં જડત્વના આધાર ઉપર
છે, કેમકે તેથકી ખાહારનાં બળોનો વ્યાપાર થયા શિવાય
પદાર્થ આલશે નહીં, એટલોજ બોધ થતો નથી, પરંતુ
જો તે એક વાર અલન પામે તો, જાંહાંસુધી કાંઈ
ખીજાં બળથી તેની ગતિને અટકાવ થાય, તાંહાંસુધી
તે આલ્યા કરશે, એ પણ બોધ થાયછે. તે માટે
પદાર્થને એક વાર ગતિ પ્રાપ્ત થઈ એટલે, જાંહાંસુધી
ખાહારનાં બળ, જેવાં કે વાયુનો પ્રતિબંધ, ગુસ્ત્વાકર્ષ-
કત્વની શક્તિ અથવા ઘર્ષણ, એઓથી તે ગતિ બંધ
અથવા નરમ પડતી નથી, તાંહાંસુધી તેની તે ગતિ
નિરંતર જારી રહેછે, કેમકે જેમ જેમ એ પ્રતિબંધો
અધિક અધિક ઓછા થતા જાયછે, તેમ તેમ વધારે
વાર સુધી ગતિ જારી રહેછે; અને એ ઉપરથી એવો
નિર્ણય કીધામાં આવેછે-કે, જો પ્રતિબંધો ખીલકૂલ દૂર
થાય તો ગતિ કદી બંધ પડશે નહીં.

પદાર્થ વગર હરકતે આલેછે તારે જેમ કાંઈ કારણ
વિના તેનાથી પોતાનો વેગ બદલાતો નથી, તેમજ કાંઈ
કારણ વિના તેનાથી પોતાનો માર્ગ પણ છોડતો નથી;
તેમાટે વગર હરકતે અલન પામતી વેળાએ પદાર્થ જેમ
સમગતિએ આલેછે, તેવોજ તે સીધી લિટીમાં પણ
આલશે. ગોળી અથવા તીર સીધું ઉપર કે નીચે

માર્ગાથી જે ગતિ ઉત્પન્ન થાયછે, તેથી સીધી ગતીનું માન સેહેજ થશે.

જે પ્રમાણે કામઠામાંથી તીર અથવા ખંધુકમાંથી ગોળી સીધી ઉડેછે, તેજ પ્રમાણે, ગોકુણથકી પથ્થર જે ક્ષણે છૂટો પડેછે, તેજ ક્ષણથી તે સીધી લિટીમાં ઉડેછે. જે પદાર્થ વર્તુળમાં અથવા ખીજી જાતની વાંકી લિટીમાં ચલન પામેછે, તેને પોતાનાં જડત્વના ધર્મથી બળાત્કારે ઉલટું કરવું પડેછે, અને તેમાટે તેના ઉપર ઓછાંમાં ઓછાં બે બળની યોજના થવી જોઈએ. પદાર્થને વાંકા માર્ગમાં રાખવાને જે બળ જોઈએ છે, તેને મધ્યાકર્ષ અથવા મધ્યખિંદુ તરફ ખેંચનારું બળ કહેછે. અને જડત્વના યોગથી આગળ અથવા સીધી લિટીમાં ચાલવાનો જે રોંખ, તેને મધ્યોત્સારી અથવા મધ્યથકી ઉડાવનારું બળ કહેછે.

સર્વ ઠેકાંણે મધ્યોત્સારી બળના યોગથી, પદાર્થમાં મધ્યખિંદુથકી દૂર જવું એવું વક્ષણ ઉત્પન્ન થાયછે. અને જરે એની અને મધ્યાકર્ષ બળની યોજના સાથે થયતી હોયછે તારે વર્તુળ ગતિ ઉત્પન્ન થાયછે. આ વાત પેહેલા ચલન નિયમને મળતી છે, તે નિયમ એ કે, પ્રત્યેક પદાર્થ ગતિમંત હોયછે, તેના ઉપર ખીજાં બળનો વ્યાપાર થાય, તાંહાંસુધી તે સીધી લિટીમાં સમગતિએ ચાલ્યા કરેછે.

વર્તુળ ગતીના દાખલાઓ ગ્રહો છે; ઉદાહરણ, યુસ્ત્વાકર્ષકત્વના જોરથી ચંદ્રનો હંમેશાં પૃથ્વી તરફ રોંખ હોય છે, અથવા સીધી લિટીમાં જવાનો તેને એક ખીજો

રોંપ છે, અને આ બે બળનાં એકત્ર કાર્યથી તે વર્તુળગતીમાં ભ્રમણ કરેછે.

તોપમાંથી જે ગોળો હોયછે, તે વાંકી લીટીમાં થઇને પૃથ્વી ઉપર પડેછે; એ કાર્ય ગુરુત્વાકર્ષકત્વનાં જોરથી બનેછે; પણ જો એ બળ અને વાયુનો પ્રતિબંધ, ન હોત, તો તે સીધી લીટીમાં આગળ ચાલ્યા કરત.

પાણીએ બરેલાં કાચનાં પવાલાંને ગોફણમાં મુકીને આસ્તે આસ્તે તેનો વેગ, વધારીને તેને ઝડપથી ફેરવું તોપણ તેમાંનું પાણી ઢળશે નહીં. અને પવાલાંનું મોઢોં નીચે થાયછે તો પણ તેમાંથી પાણી નિકળી જતું નથી; કેમકે તે માંહિનાં પાણીને, ગુરુત્વાકર્ષકત્વનાં જોરથી પૃથ્વી તરફ ગયા કરતાં. તેના જડત્વ અથવા મધ્યોત્સારી બળથી ચક્ષુરમધ્યથી ઉડીને પવાળાંને તળીએ જવાનો વધારે રોંપ છે. અંધું તૈયાર થયેલું નરમ માટીનું વાસણ કુંભારના કરતાં ચાક ઉપર માત્ર તેની બાજુના મધ્યોત્સારી બળથી છાછર અથવા પોહોળું થાયછે, અને તેથી ફરીને તેનો ખરોખર ધાટ આણવાને કુંભારને મદદ મળેછે.

મધ્યોત્સારી બળના યોગથીજ ઘોડસ્વાર નાહાના કુંડા-જામાં પોતાની ક્વાયતના એકો કરી રાકેછે; મધ્યોત્સારી બળથી બાહાર ઉડવાનો જે તેમનામાં જોરસો હોયછે તે બાગવાને માણસ તથા ઘોડો, એ બેઉ પોતાના શરીરને અંદરથી વાંકું વાળેછે. રસ્તાના વાંકા આગળ રહીને ગાડીઓ ઝડપથી જાયછે, તારે ઘણી વાર હુંધી વળેછે; એવું થવાનું કારણ એ કે ગાડીનો તેના જડત્વથી

આગળ વધવાનો રોખ હોયછે તે મટતો નથી એટલા-
માં, ઘોડાઓ એકાએક પછડાંને નવા માર્ગમાં ઝડપથી
ફેરવેછે.

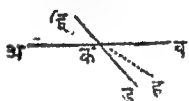
પાવડી પેહરીને બરફ ઉપર રમેછે તે ઠંડાણે ચલન
નિયમોના ઉત્કૃષ્ટ દાખલાઓ નજરે પડેછે. હરેક માણસ
બરફ ઉપર એ પ્રમાણે મોટા વેગથી રમતો હોય, તેને
જો મરોડ આવો પડે તો, તે વેળાએ તે પોતાના શરીરને
સારીપેઠે નમાવેછે—— અને એથી કુરીનેજ બરફ ઉપર
અપળ રમનારાઓ જે જાત જાતની અંગસ્થિતીની રમત
કરેછે તે બની આવેછે.

જડત્વને લીધે પદાર્થ જે દિશામાં ચાલતો હોયછે તે
દિશા, પોતાનીમેજે બદલી શકતો નથી. ઉપર ખતાવ્યું
છે કે જે પદાર્થ ઉપર માત્ર એકજ બળનો આઘાત
થાય, અને તેને કાંઈ પ્રતિબંધ નડે નહીં, તો જે દિ-
શામાં પેહલો તેને આઘાત થયો હશે, તે દિશા તરફથી
મીઠી લીંટીમાં તે ચાલ્યા કરશે: તે લીંટીને તેની ગતીનો
કુમળ માર્ગ એમ કહેછે, અને જાંહાંસુધી તે પદાર્થ
ઉપર બિજાં બળનો વ્યાપાર થશે નહીં, તાંહાંસુધી તે
તેજ માર્ગમાં ચાલ્યા કરશે.

આપણે હજીસુધી માત્ર મીઠી લીંટીમાં બળનો
વ્યાપાર થયાથી શું પરિણામ થાયછે તેનો વિચાર કીધો;
પણ એ પ્રમાણે કાંઈ હંમેશાં બનતું નથી, કેમકે જે
દિશામાં આગળ પ્રેરણા થઈ હોયછે તેની સાથે ખુણો
થાય એવી રીતે, આ આગળની આકૃતિ પ્રમાણે, ઘણી
ખરી વાર નવી પ્રેરણા થાયછે. મનમાં આણુ કે કોઈ

એક પદાર્થ અવક લીટીમાં ચાલેછે, અને એમ ધાર કે જારે તે ક બિંદુ આગળ આવ્યો, તારે તેના ઉપર ફડ માર્ગમાં એક નવી પ્રેરણા થઈ. હવે એ ખુલ્લું છે કે તે માર્ગમાં એટલે ફડ લીટીમાં આકૃતિ ૧.

તે ચલન પામશે નહીં; કારણ કે તે અક લીટીમાં પ્રેરણા થઈ છે તેથી કરીને તે ફડ લીટીમાં ચાલી શકશે નહીં, અને તેમજ કડ લીટીમાં પ્રેરણા થઈ છે તેથી કરીને તે અવ લીટીમાં ચાલી શકશે નહીં; તે ઉપરથી એવું સિદ્ધ થાયછે કે, તે તે બેઉની વચ્ચે એકાદી નવા માર્ગમાં જશે, જેમકે કહ, અને આગળના ભાગમાં એ દેખાડ્યામાં આવશે કે જુની કરતાં નવી પ્રેરણા જે પ્રમાણે વધારે અથવા ઓછી હશે, તે પ્રમાણે કહ લીટીની સ્થિતિ, કડ લીટીની પાસે અથવા તેથી દૂર થશે.



ભાગ તિન્ને.

બિજો ચલન નિયમ.

જારે ગતિમંત પદાર્થ ઉપર એકાદી પ્રેરણા થાયછે, તારે તે પ્રેરણાના માર્ગમાં અને તેના મહત્વના પ્રમાણમાં તેની ગતિ બદલાયછે.

૧૮ બે સમાન વિરૂદ્ધ બળોનાં કાર્યથી સમતોલન.

તેટલા ઔસનું હરો, તેટલા ઇંચિની હન લીટી થરો. આ દાખલામાં વજન અને લંબાઈના વિભાગ માટે ઔસ અને ઇંચ લીધાં છે, પણ એ ખુલ્લું છે કે વજન અને લંબાઈના માન ગમે તે તોલ અને માપથી લીધાં તો ચાલરો; માત્ર એટલું જ બનવું જાઈએ કે પ્રત્યેક ડેકાણે સર્વ લીટીયોને એક જ સંજ્ઞાનું માપ તથા સર્વ વજનોને એક જ સંજ્ઞાનું તોલ લગાડ્યામાં આવે.

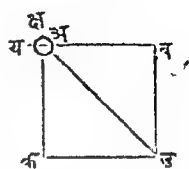
પાછળની પિછ આકૃતિમાં બળોનું સમાંતરબાજુ-ચોખ્ખુણુ, સવ, વહ, હન અને નસ એ લીટીયોથી બતાવેલું છે, અને હસ લીટી જે સામસામેના ખુણા સાંધે છે તેને કર્ણ કહે છે. એ સમાંતરબાજુચોખ્ખુણુની વસ, સન, બાજુઓ જે બળોનો વ્યાપાર સાથે ચાલે છે તેમનાં મહત્વ અને માર્ગ બતાવે છે, તથા સહ કર્ણ તે બેઠેનાં કાર્યની બરોબરનું બળ બતાવે છે; આ દાખલો બતાવવાનો હેતુ એ જ કે, બે બરોબર વિરૂદ્ધ બળોનાં કાર્યથી સમતોલન શી રીતે થાય છે તે માલમ પડે.

હવે આપણે જે ડેકાણે જુદા જુદા માર્ગમાં લગાડેલાં બળોનાં કાર્યથી સમતોલન ન થતાં ગતિ ઉત્પન્ન થાય છે તેમના વ્યાપારનો વિચાર કરીશું. પદાર્થ ઉપર બે બળોનો જુદા જુદા માર્ગમાં વ્યાપાર થયાથી જે ગતિ ઉત્પન્ન થાય છે, તે સમજાવવા માટે આ આગળની આકૃતિ છે. (ત્રિજી આકૃતિ જો.) અ પદાર્થ ઉપર એક એવાં

જુદી જુદી દિશામાં લગાડેલી પ્રેરણાઓ. ૧૯

બળની યોજના કર કે અસુક વ- આકૃતિ ૩.

અતમાં તે વ લગી આવી જાય, અને તેજ ક્ષણે અક માર્ગમાં એવું બળ લગાડ કે તેટલાજ વખતમાં તે પદાર્થ તેટલેજ અંતરે એટલે ક



સુધી પોહોંચે. એ પ્રમાણે થયાથી અ પદાર્થ એક બળની શક્તિમાંથી છૂટીને મિશ્ર બળની શક્તિમાં આવશે, અને તે બેઠમાંથી કયા પણ એકના માર્ગમાં તે ચલન પામી શકશે નહીં. કેમકે તે વ અથવા ક બણી જવા-ને બદલે અડ કુર્ણલીટીના માર્ગમાં ચલન પામશે; એ અડ કુર્ણની સ્થિતિ અને લંબાઈ, અવકાશ ચોરસ કરીને તેના સામસામેના અ અને ડ ખુણા સાંધ્યાથી માલમ પડશે. આ ઠેકાણે અ ગોળો, આ બેમાંથી એકજ બળ લગાડ્યાથી જેટલા વખતમાં તે ચોરસની આ બેમાંથી એક બાજુને નાકે પોહોંચત, તેટલાજ વખતમાં તે કુર્ણને છેડે પોહોંચશે; એટલે અ ગોળો ક્ષ બળથી જેટલા વખતમાં ક સુધી, અથવા વ બળથી ય સુધી જત, તેટલાજ વખતમાં તે ડ આગળ જઈ પોહોંચશે. એ ખુલ્લું છે કે અક માર્ગમાં જે પ્રેરણા થયેલી છે તેના જોરથી તે પદાર્થ વડ લીટી જે અક સાથે સમાંતર છે, તેની પાસે અથવા તેની લંબાઈ કરતાં દૂર જઈ શકશે નહીં; તેટલા માટે તેને અક માર્ગમાં કાંઈ ગતિ પ્રાપ્ત થઈ ન હોત, તારે તે જેટલી વારમાં વડ લીટીમાં જત, તેટલીજ વારમાં તેટલે અંતરે તે હાલ પણ જશે. અને તેજ પ્રમાણે અવ માર્ગમાં જે ગતિ પ્રાપ્ત થયેલી

છે તેથી તે પદાર્થ કાંઈ કાંઈ થકી દૂર જનાર કિંવા પાછો હઠનાર નથી; તેટલા માટે એ ઉપરથી એ નિકળેછે કે, એ જે ગતિયોના યોગથી તે પદાર્થ કાંઈ અને હવે એ ખંને લીટીમાં માલમ પડશે; અને તેથી કરીને તેમના હાથે દેવનગિંદુ આગળ તે આવશે. જે વાહણ પૂઠનો પવન લાગ્યાથી દક્ષિણ તરફ જાયછે, તેજ વાહણ ભરતી અથવા તાણના જોરથી, જે તેટલુંજ દૂર પૂર્વ તરફ ધસડાઈ જાય, તો પ્રત્યેક ક્ષણે તે થોડું દક્ષિણ અને થોડું પૂર્વ ભણી જશે; અને વસ્તુતઃ તે ખેડેની વચ્ચે એટલે અગ્ની કોણમાં હંકારશે. જે કયા પણ પદાર્થ ઉપર જે ખજોનો વ્યાપાર થાય, જેમકે પવન અને ભરતી, પછી તે વ્યાપાર સાથે અથવા એક પછી એક એ પ્રમાણે થાય, તોપણ કૂળ એક સરખુંજ થાય છે; ઉદાહરણ, જે પવનનાં જોરથી વાહણ એક મૈલ હંકારાય, જેમકે અથો તે ક લગી (આકૃતિ ૩.) અને પછી તરત ભરતીના જોરથી પૂર્વ તરફ એક મૈલ ધસડાય, જેમકે ક થી હ લગી, તો તેના ઉપર તે ખજોનો એકે વખતે વ્યાપાર થયાથી અગ્ની કોણમાં હંકારાઈને અહા લીટીને છેડે આવત, તેજ ડેકાણે એટલે હ આગળ હવડે પંણ આવશે. તેટલા માટે અક અને અવ એ જે લીટીયો ગતિ ઉત્પન્ન કરનારાં ખજોનું માન તથા દિશા ખતાવવાને દોર, અને પછી તે માહેના એકને અથવા તેની ખરોખરના ખિજને, ખિજને નાકે મેળવ, જેમકે કહ ને અક માં, અને વહ ને અવ માં; એ પ્રમાણે થયાથી ચોરસ અથવા સમાંતરખાણુઓ-

ખુણુ તૈયાર થશે, અને તે માંહેની વચ્ચમાંની લીટી
જેને કર્ણુ કહેછે, તે તે બળોનું ફળમાન, તથા તે
પદાર્થ તે બે બળોનાં જોરથી જે માર્ગ ધારણ કરશે તે
ખતાવેછે.

એકલું હા બળ જે યંત્રસાચ્ચની રીતે જોતાં અક
અને અવ એ બે બળોની બરોબર છે, તેને ફળમાન
કહેછે; અને અક, અવ, એ બળોને અવયવો કહેછે.
જોરે અવયવોને બદલે ફળમાનનો ઉપયોગ થાયછે તોરે
તે ક્રિયાને બળનો સંઘાત કહેછે. જોરે એકજ બળ,
જે બે અથવા વધારે બળોનું ફળમાન છે, તેને બદલે
તેના અવયવોનો ઉપયોગ થાયછે તોરે તે ક્રિયાને બળનું
ભેદન કહેછે.

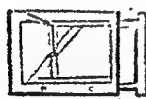
બે બળો બરોબર છે એમ ન ધારતાં, એવું ધારીએ
કે અં પદાર્થને વ તરફ હડશેલનારું બળ, તે પદાર્થ જે
બળથી વ તરફ હડશેલાયછે, તેના કરતાં બમણું અથ-
વા ત્રમણું છે, તો અવ લીટી અક લીટી કરતાં લંબા-
ધમાં બમણી અથવા ત્રણગણી લાંબી દોરવી જોઈએ;
અને તેટલામાટે આ ઠેકાણે ફળમાનનું માન અને તેની
દિશા, ચોરસના કર્ણથી ન માલમ પડતાં ચોથી આકૃતિ
પ્રમાણે સમાંતરબાજુઓખુણુ અથવા દીર્ઘઓખુણુના
કર્ણથી માલમ પડેછે; અને બળો જે હરેક બિંબ પ્ર-
માણમાં હશે તોપણ એજ રીતે ફળમાન કાઢાડતાં
આવડશે.

આકૃતિ ૪.



મિત્ર બળોનો વ્યાપાર તથા તેઓથી જે ગતિ ઉત્પન્ન થાયછે, તેનું જ્ઞાન ઘણી મજેથી આ આગળની પાંચમી આકૃતિના નકશા માફક એક નાહાનું યંત્ર છે, તેથી થાયછે. એ યંત્ર, જે હલકાં તથા એક બિજામાં સરકે એવાં લાકડાંનાં ચોકઠાંથી બનેલું છે; તેમાંના એક ચોકઠા સાથે એક ઉભો (એટલે લંબ) તાર હોયછે, તેમાં એક ગોળો સરકેછે, અને તે ગોળાને બાંધેલી દોરી બિજા ચોકઠામાંથી બાહાર નિકળેછે; તેટલા માટે જે ચોકઠાને ખેંચીએ તો તેના ગમનથી એક બળ, અને દોરી ખેંચાથી બિજું એવાં બે બળ તે ગોળાને પ્રાપ્ત થશે; અને પછી એ પ્રમાણે માલમ પડશે કે, તે માંહેના એક ચોકઠાની નીચેથી કિંવા ઉપરથી તે ગોળો ક્રમણ કરેછે, તથાપિ બિજાના કણના માર્ગમાં તે ગમન પામેછે.

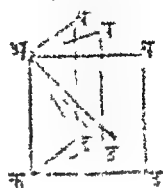
આકૃતિ ૫. સમાંતરબાજુઓખુણનો કણ કોઈ વે-



ળા પાણુ તેની બે બાજુની બરોબર થઈ રાકતો નથી, તથા બે બાજુથી થયેલો ખુણો જેમ જેમ વધેછે, તેમ તેમ કણ ઓછો થતો જાયછે, તેમટલે બળનાં ભેદન હંમેસાં રક્તિની હાણ થાયછે એવો નિર્ણય કીધામાં આવેછે. આ પાસેની છઠી આકૃતિ ઉપરથી માલમ પડશે કે, જેમ જેમ મોટો ખુણો થઈને બળોનો વ્યાપાર થાયછે, તેમ તેમ બળોના ભેદન વખત, વધારે વધારે

હાની પોલેએ છે. જે અવ, અક,
ક્યાપણુ સમાંતરનાળુઓપુણની બા-
ળુઓ જે બળોના માર્ગ બતાવે.
અને અડ કુર્ણુ તેમના કુળમાનનું
માન અને માર્ગ બતાવે, તો એ

આકૃતિ ૬.



ઉદાહરણ છે કે જેમ જેમ વચ્ચેના પુણો વધતો જાય છે,
તેમ તેમ અડ ની લંબાઈ ઘટતી જાય છે.

મનમાં આણુ કે મઅ, મવ,

આકૃતિ ૭.



દિશામાં (સાતમી આકૃતિ પ્રમાણે) મ

ગોળા ઉપર જે બળોના વ્યાપાર થા-

ય છે. અને એવું ધાર કે તે ગોળા

ઉપર મઅ લીટીમાં જે બળ લાગુ

પડે છે, તેનું માન મફ લેઈશું છે, તથા મવ

માં જે લાગુ પડે છે તેનું માન મગ પરોખર છે :

મ બિંદુ થકી એક લીટી મઅ સાથે સમાંતર દોર,

અને ક થકી મવ સાથે, અને એવું ધાર કે તે

લીટીઓનું હ આગળ છેદન થાય છે. તારે મ થી તે હ

મુધી એક લીટી દોરી તો તે, કુર્ણુ અથવા કુળમાનનો

માર્ગ થશે.

જે બળોને મિત્ર કરીને તેમનું કુળમાન કેમ કાઢાડવું

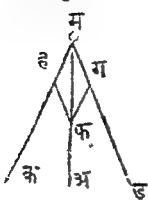
તે આ ઉપરના દાખલાથી માલમ પડે છે. , હવે આપ-

ણે ક્યાપણુ એક બળને કુળમાન બાળીને, તેમનું

મિત્ર જે બળોમાં શી રીતે બેદન કરવું તેનો વિચાર

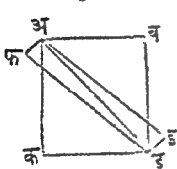
કરીશું.

આકૃતિ ૮.



મનમાં આણુ કે મ ગોળાને આકૃતિ (૮) જે બળ લગાડેલું છે તેનો માર્ગ મઅ લીટી બતાવેછે, તથા તે કહેલા બળનું માન મફ જેટલું છે; અને વળી એવું ધાર કે, મક, મડ, માર્ગમાં તે બળનું ભેદન કરવાનું છે; ફ બિંદુ થકી ફગ, ફહ, એ બે લીટીયો તે બે લીટીયો સાથે સમાંતર દોર; તારે મફ ને ફળમાન અથવા સમતૂલ્ય માન્યાથી, મગ, મહ, એ બે ઇચ્છેલા બળોનું માન બતાવશે.

આકૃતિ ૯.

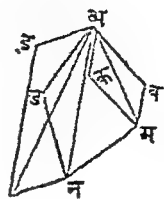


આ આગળની નવમી આકૃતિમાં અડ લીટી, અવકડ ચોરસ તથા અઈડફ સમાંતરબાણુઓખુણુ એ બેઉનો કણ છે; અને એ ઉપરથી માલમ પડી આવશે કે, કયાપણુ બે બળો જેમનાં માન અને દિશા, ચોરસ અથવા સમાંતર-બાણુઓખુણુની બે પાસેની બાણુઓ બતાવેછે, એવાં જુદાં જુદાં બળોનો વ્યાપાર કોઈ પદાર્થ ઉપર થયાથી તે એકજ (એટલે બેઉ આકૃતિને સાધારણુ એવા) કણમાં ગમન પામી શકશે.

કયા પણુ પદાર્થ ઉપર એકે કાળે ગમે તેટલાં અને ગમે તે દિશામાં બળોનો વ્યાપાર થાય, તેઓને મિશ્ર કરીને હંમેસાં એક ફળમાન કાઢાડવાને કાંઈ મુશ્કેલ

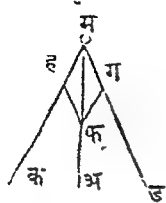
નથી. ઉદાહરણ, જે એકે કાળે અ આકૃતિ ૧૦.

પદાર્થ ઉપર (આકૃતિ ૧૦ મી) ચાર બળોનો વ્યાપાર થાય, જેમનાં પરિમાણ અને દિશા અવ, અક, અહ અને અઈ, એ લીટીયો બતાવેછે, તો પેહલાં વમ અને કમ લીટીયો અનુક્રમે ગ



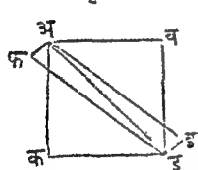
અક અને અવ સાથે સમાંતર દોર; એ પ્રમાણે કીધાથી અવ મક એ સમાંતરબાણુઓપ્રુણુ થશે: માટે જે અથી તેમ સુધી એક લીટી દોરી તો, તે તે સમાંતરબાણુઓપ્રુણુનો કર્ણ થશે, અને તેટલા માટે જે અ પદાર્થ ઉપર અવ અને અક નોજ વ્યાપાર થયો હોત તો, તે અમ દિશામાં ચલન પામત. અવ, અને અક, એ જે બળોના વ્યાપારથી તે પદાર્થ ઉપર જે કાર્ય થાયછે, તે અમ લીટીની લંબાઈ અને માર્ગથી માલમ પડેછે. એ બતાવ્યું; તેટલા માટે હવે અવ, અને અક ને માત્ર એક બળ—અમ ની ખરોખર ગણીશું. હવે તેને અહ સાથે મિશ્ર કીધાથી અમનહ સમાંતરબાણુઓપ્રુણુનો, અન કર્ણ મળશે, અને તે અમ, અહ, અથવા તેમની ખરોખરીનાં અવ, અક, અને અહ, એ ત્રણ બળોના વ્યાપારથી તે પદાર્થ જે દિશામાં ચાલશે તે બતાવશે. એ પ્રમાણે ત્રણ બળોને, એક બળ જેનો વ્યાપાર અન લીટીથી માલમ પડેછે, તેમાં આણી મુક્યા પછી, આપણે અઈ જે ચોથું અને બાકી રહેલું બળ તેને સેહેલથી અન સાથે એકઠું કરી સંક્રીશું, કારણ, અઈ અને ન એ જે બળોનું ક્ષણમાન, અઈગન એ સમાંતર

આકૃતિ ૮.



મનમાં આણુ કે મ ગોળાને આકૃતિ (૮) જે બળ લગાડેલું છે તેનો માર્ગ મઅ લીટી બતાવેછે, તથા તે કહેલા બળનું માન મફ જેટલું છે; અને વળી એવું ધાર કે, મક, મડ, માર્ગમાં તે બળનું ભેદન કરવાનું છે; ફ બિંદુ થકી ફગ, ફહ, એ બે લીટીયો તે બે લીટીયો સાથે સમાંતર દોર; તારે મફ ને ફળમાન અથવા સમતુલ્ય માન્યાથી, મગ, મહ, એ બે ધ્રુવેલા બળોનું માન બતાવશે.

આકૃતિ ૯.



આ આગળની નવમી આકૃતિમાં અડ લીટી, અવકડ ચોરસ તથા અઈડફ સમાંતરબાણુઓખુણુ એ બેઉનો કર્ણ છે; અને એ ઉપરથી માલમ પડી આવશે કે, કયાપણુ બે બળો જેમનાં માન અને દિશા, ચોરસ અથવા સમાંતર-બાણુઓખુણુની બે પાસેની બાણુઓ બતાવેછે, એવાં જુદાં જુદાં બળોનો વ્યાપાર કોઈ પદાર્થ ઉપર થયાથી તે એકજ (એટલે બેઉ આકૃતિને સાધારણુ એવા) કર્ણમાં ગમન પામી શકશે.

કયા પણુ પદાર્થ ઉપર એકે કાળે ગમે તેટલાં અને ગમે તે દિશામાં બળોનો વ્યાપાર થાય, તેઓને મિશ્ર કરીને હંમેસાં એક ફળમાન કાઢાડવાને કાંઈ સુરદેશ

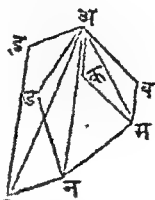
નથી. ઉદાહરણ, જે એકે કાળે અ આકૃતિ ૧૦.

પદાર્થ ઉપર (આકૃતિ ૧૦ મી) ચાર બંજોનો વ્યાપાર થાય, જેમનાં પરિમા-

ણ અને દિશા અવ, અક, અડ

અને અઈ, એ લીટીયો બતાવેછે, તો

પેહેલાં વમ અને કમ લીટીયો અનુક્રમે ગ



અક અને અવ સાથે સમાંતર દોર; એ પ્રમાણે કીધાથી

અવ મક એ સમાંતરબાજુઓખુણુ થશે: માટે જે અ થી

તે મ સુધી એક લીટી દોરી તો, તે તે સમાંતરબાજુ-

ઓખુણુનો કર્ણ થશે, અને તેટલા માટે જે અ પદાર્થ

ઉપર અવ અને અક નોજ વ્યાપાર થયો હોત તો, તે

અમ દિશામાં ચલન પામત. અવ, અને અક, એ

જે બંજોના વ્યાપારથી તે પદાર્થ ઉપર જે કાર્ય થાયછે,

તે અમ લીટીની લંબાઈ અને માર્ગથી માલમ પડેછે. એ

બતાવ્યું; તેટલા માટે હવે અવ, અને અક ને માત્ર

એક બજા—અમ ની ખરોખર ગણીશું. હવે તેને અડ

સાથે મિત્ર કીધાથી અમનડ સમાંતરબાજુઓખુણુનો,

અન કર્ણ મળશે, અને તે અમ, અડ, અથવા તેમની

ખરોખરીનાં અવ, અક, અને અડ, એ ત્રણ બંજોના

વ્યાપારથી તે પદાર્થ જે દિશામાં ચાલશે તે બતાવશે.

એ પ્રમાણે ત્રણ બંજોને, એક બજા જેનો વ્યાપાર અન

લીટીથી માલમ પડેછે, તેમાં આણી સુક્યા પછી,

આપણે અઈ જે ચોથું અને બાકી રહેલું બજા તેને સેહે-

લથી અન સાથે એકઠું કરી સકીશું, કારણ, અઈ અને

ન એ જે બંજોનું ક્ષણમાન, અઈગન એ સમાંતર-

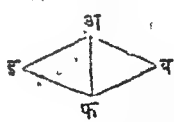
બાજુઓખુણના અગ કર્ણથી માલમ પડશે, અને તેનાજ માર્ગમાં તે ચાર બળનાં એકત્ર કાર્યથી તે પદાર્થ ચલન પામશે. અને એ પ્રમાણે ગમે તેટલાં બળોનું કુળમાન કહાડ્યું હશે તો તે નિકળશે.

જો કોઈ પદાર્થ અ થી તે વ સુધી એક મિનીટમાં અવ દિશામાં ચલન પામે (આકૃતિ-૧૧,) અને તે પદાર્થને તેટલાજ વખતમાં એક બિજા ગતિ અક દિશામાં ક સુધી લઈ જાય, તારે તે નવા બળનાં યોગે કરીને તેની ગતિ કેટલી વધશે, એ જાણવાની ઈચ્છા હોય તો, માત્ર આપણે તે જાણવાને સમાંતરબાજુઓખુણ તૈયાર કરીને તેનો અડ કર્ણ દોરવો; હવે અડ ની લંબાઈ અવ કરતાં જેટલી વધારે થશે, તેટલો અક બળના યોગથી અવ ના વેગમાં વધારો થયો એમ જાણવું. અને તેજ પ્રમાણે અક ને બદલે બારમી આકૃતિ પ્રમાણે અઈ બળ લગાડ્યું તો, એ ખુલ્લું છે કે, આ બળની દિશા અવ થી વિરુદ્ધ છે, અને તેટલા

આકૃતિ-૧૧.



આકૃતિ ૧૨.



માટે તેના યોગે કરીને અવ નો વેગ વધવાને બદલે હલશે ઘટશે; આગળ પ્રમાણે આપણે સમાંતરબાજુઓખુણ તૈયાર કરીને અફ કર્ણ દોરવો, અને અવ લીટી

જેટલી કામ કરુથી વધારે થશે, તેટલા વેગની આ નવા બજારી હાનિ પોહોંચશે.

આ નીચેના મૂળભૂત નિયમની સ્થાપના ઉપરકહેલાં મૂળતત્વોના આધાર ઉપર થયેલી છે : “જો કોઈ પદાર્થ ઉપર એક કાળે બે ગતિ ઉત્પન્ન કરનાર બજારનો વ્યાપાર થાય, એવી રીતે કે પ્રત્યેક બજારી તે પદાર્થ કયા પાણુ કહેલા વખતમાં સમગતિએ ચોરસ અથવા સમાંતર-બાજુઓબાજુની બાજુમાં ગમન પામે, તો તે પદાર્થ તે ચોરસ અથવા સમાંતરબાજુઓબાજુના કર્ણમાં ચલન પામશે, અને તે કર્ણને છેડે તેટલાજ વખતમાં સમગતિએ પોહોંચશે.”

જો બજારના ચોગથી સમાંતરબાજુઓબાજુની બાજુના માર્ગમાં ચલન ઉત્પન્ન થાયછે, તેને અમિથ્ર બજારી કહેછે; અને જો એકલા એક બજારી કર્ણના માર્ગમાં ગતિ ઉત્પન્ન થાયછે, તેને ડ્રાગમાનપ્રદ બજારી અથવા કોઈ વેળાએ સમમૂલ્ય બજારી કહેછે.

વજી કહું પણ એક બજારી, જેના યોગે કરીને કોઈ લીટીમાં ગમન પેદા થાયછે, તે બજારી બે અથવા વધારે બજારીના એકત્ર વ્યાપારથી થાયછે, એવું ધાર્યું તો ચાલશે. આનો દાખલો નેહરની બે બાજુએ વાહાણને દોરડાં બાંધીને માણસ અથવા ઘોડાઓ ખેંચેછે તેથી મળેછે; તે ઠેકાણે વાહાણને તે બંને ઘોડાઓ સિધા પોતપોતાના દોરડાંના માર્ગે તરફ ખેંચેછે; અલગત વાહાણ કોઈ બંનેની તરફ જઈ શકતું નથી, અને તેથી કરીને તેને

જે ગતિ પ્રાપ્ત થાયછે, તે તે ખેડનો વ્યાપાર એકત્ર થવાથી થાયછે.

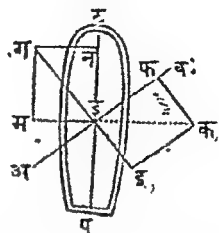
આને બળનો સંઘાત કહેછે. આ ઉપરના દાખલામાં ઘોડાઓના માર્ગમાં અને તેમના બળોનાં પ્રમાણ પ્રમાણે, જે ખેડબાજોનો વ્યાપાર થાયછે, તેઓનો એક બળમાં સંઘાત થાયછે એમ કહેછે; અને તે નવું બળ આ ઠેકાણે વાહાણની આગળની ગતિથી બતાવ્યામાં આવેછે.

એકે કાળે ઘણીએક શક્તિઓના વ્યાપારથી ગતિ ઉત્પન્ન થાયછે, એવા સૃષ્ટીમાં અસંખ્યાત દાખલાઓ છે. કોઈ પણ વાહાણ પવન અને ભરતી એ ખેડના જોરથી ચાલે એ એક દાખલો. જે નદીમાં તાણ ન હોય તેમાંથી જે મછવા હેલ્લેસાં મારીને હંકાર્યો તો તે કિનારાથી સીધો એટલે લંબ માર્ગમાં જશે; અને જો તેમાં તાણ હશે તો વગર હેલ્લેસાં મારવે તે આગળ કિનારાની સામેનો સામે એટલે સમાંતર ચાલ્યો જશે; પણ જો તે ખેડ બળોનો વ્યાપાર સાથે ચાલે, એટલે, જો હેલ્લેસાંના જોરથી તેનું સીધું સામે પાર જવાનું વલણ હોય, અને તાણના જોરથી તેમાં કિનારાની સમાંતર રહીને આગળ જવાનું વલણ હોય, તો તે ખેડમાંથી એકના બળને સ્વાધીન ન થતાં, બળના ભેદનના નિયમ પ્રમાણે જે માર્ગ હશે, તેજ વચલા માર્ગમાં તે ચલન પામશે. તે સમય જો મછવાને સામે પાર સનમુખ લઈ જવાનો હોય, તો હેલ્લેસાં મારનાર તાણના વેગનો સુમાર ધ્યાનમાં લાવીને, સિધો નક્કી કરતો આડકતરો હંકારી લઈ જાયછે.

મનમાં આણુ કે પટ એક

આકૃતિ ૧૩

વાહણુ છે (આકૃતિ ૧૩.) અને
અ.વ સડની દિશા બતાવે-
છે, અને એયું ધાર કે પવન
કહ તરફનો છે; હવે જો પ-
વનનું બળ બતાવવાને કહ

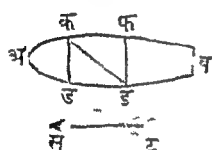


લીટી લીધી તો તેનું હૃદય લીટી જે સડના માર્ગને
લંબ છે તેમાં તથા ફહ જે સડની સફાઈમાં
છે તેમાં ભેદન થશે; એ ઉધાડું છે કે આ
છેલ્લું એટલે ફહ માર્ગમાં જે બળ છે તેથી કાંઈ
મડ દખાતો નથી, પણ આગળના બળથી એટલે
'હૃદય' થી વાહણુ હમ માર્ગમાં ચાલશે. હવે જો હમ
નું હન અને હમ માં ભેદન કીધું તો, હન વાહણુના
પહાણુના માર્ગમાં જે વ્યાપાર થશે તે બતાવશે; અને
હમ તે દિશાના લંબ માર્ગમાં અથવા વાહણુની પોહો-
લાઈ ભણી જે વ્યાપાર થશે તે બતાવશે; અને એ ઉ-
પરથી દિસેછે કે વાહણુને આગળ ચલાવનારું બળ હન
છે, અને હમ તો માત્ર તેને બાજુ તરફ હડસેલેછે.
વળી, વાહણુના આકાર ઉપરથી એ પણ ખુલ્લું દિસેછે
કે તેના પહાણુના હન માર્ગમાં જે વેગ છે, તેના ક-
રતાં તેની બાજુ તરફથી એટલે હમ દિશામાં ધણો
ઓછો છે. અને એ હમ બાજુના માર્ગને ધોસ કેહેછે.

એ ઉપરના ખુલાસા ઉપરથી સ્પષ્ટ દિસેછે કે, વાહ-
ણુના માર્ગથી પવન પ્રાયઃ વિરુદ્ધ હોય તો પણ સડ-
ના યોગે તે આગળ ચાલી શકશે.

મનમાં આણ કે ચૌદમી આકૃતિ પ્રમાણે અવ, ટસ તીરના માર્ગમાં ચાલતું એક વાહાણ બતાવેછે; અને એવું ધાર કે, ઇ અને ફ એ બે માણસ વાહાણમાં સામસામે બેઠેલા છે : હવે જો ઇ, ફ તરફ એક દડી ફેંકે, તો તે, વાહાણ ચાલતું હશે કિંવા સ્થિર હશે તોપણ ઇફ માર્ગમાં જતી માલમ પડશે; જો વાહાણ સ્થિર હશે તો તે વાસ્તવિક ઇફ દિશામાં ચલન પામશે; પણ

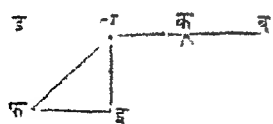
આકૃતિ ૧૪.



જારે તે ચાલતું હોયછે, તારે એક બિજી ગતિ હોયછે, (જે ગતિ વાહાણના આગળ ચાલવાથી ઉત્પન્ન થાયછે,) તે ગતિના યોગથી તેજ વેળાએ તેના ઉપર ઇફ માર્ગમાં લઈ જવાનો એક બિજો વ્યાપાર બનેછે. તેટલા માટે

મિશ્ર ચલનના મૂળતત્વ પ્રમાણે તે પદાર્થ, ફેંકનાર શક્તિને ઇફ માર્ગમાં જતો માલમ પડેછે તોપણ, ઇફ લીટીમાં તે ચલન પામેછે; એમ બનવાનું કારણ એ જે, જે બળ વાહાણને ખેંચી લઈ જાયછે, તે બળ તે દડી અને તે માણસને પણ આગળ લઈ જાયછે.

આકૃતિ ૧૫.



એક છેડેથી બિજા છેડા લગી સરખો અને વાંકો વળી ન જાય એવા અવ ગજથાને ક ખીલ ઉપર એવી

રીતે સમતોલ રાખ કે, તેને તે બિંદુની આસપાસ ફરવાને કાંઈ અડચણ પડે નહીં; તે ગજથાને વાંકે અ આગળ જેનો માર્ગ અને પરિમાણ અફ લીટી બતા-

વેછે એવું એક બળ લગાડ; તારે અવ સાથે સમાંતર અને તેની ઉપર લંબ એવાં બે દિશામાં વ્યાપાર કરનારાં બળોમાં અફ નું ભેદન થશે, અને તે બળોની દિશા અને માન અહ અને અહ લિટ્ટીથી માલમ પડશે. હવે એ ખુલ્લું છે કે અહ ની પાંતીનું અવ ઉપર કાંઈ કાર્ય થનાર નથી, કેમકે એનો વ્યાપાર અવ દિશામાં થાયછે, અને અવ લીટી કાંઈ ક ખીલ ઉપરથી ખરી શકતી નથી, તેટલા મોટે અહ નું કાર્ય અફ જેટલું જ થશે; પણ અફ લીટી અહ લીટી કરતાં મોટી છે, તેટલા મોટે તેમાંનું બળ અહ માંના બળ કરતાં વધારે થશે: અને એ ઉપરથી સિદ્ધ થાયછે કે કયું પણ એક બળ, જેનો વ્યાપાર કાટખુણે (એટલે લંબ માર્ગમાં) થાયછે, તેનું કાર્ય, તેથી વધારે બળ જેનો વ્યાપાર ત્રાંસા માર્ગમાં થાયછે તેની ખરોખર જ થશે. અને એ પ્રમાણે ત્રાંસા માર્ગમાં બળની યોજના થવાથી, કેટલું બળ ફોકટ જાયછે, તેનો નિર્ણય થશે; કેમકે એ ઉપરની આકૃતિમાં એમ ધારો કે અફ બળની યોજના થઈ છે; હવે એ સ્પષ્ટ દિસેછે કે વસ્તુતઃ જેટલું બળ બસ થશે, તેના કરતાં વધારે બળની યોજના થઈ છે, કેમકે જે તેજ બળની યોજના લંબ માર્ગમાં થાત, તો હાલના કરતાં વધારે કાર્ય ઉત્પન્ન થાત: એ પ્રમાણે ત્રાંસા માર્ગમાં જે બળોનો વ્યાપાર થાયછે, તે જે ખરોખર માલમ પડે, તો આપણે તે બળનું અહ અને અહ માં ભેદન કરવા શિવાય બિજું કાંઈ કામ નથી; એ થયું એટલે પછી તિક્કસ માર્ગમાં બળની યોજના થવાથી જે ન

૩૪ પદાર્થોનું વાંકી લીટીમાં ચલન.

બળના સદ્ગત અને ભેદનમાં વિચાર કીધોછે; અને તે સર્વ દાખલાઓમાં એ સિદ્ધ કરી બતાવ્યું છે કે, જે કુર્ણની અંદર પદાર્થ ગમન પામશે તે સીધી લીટી થશે, હવે આપણે તે માંહેના એક બળનો વ્યાપાર તેની ઉપર વધતો વધતો થતો જાયછે એવું ધારીને તેનો વિચાર કરીશું, અને એ માલમ પડશે કે આવી રીતે વ્યાપાર થયાથી પદાર્થના ગમનનો માર્ગ વાંકી લીટીમાં થશે. જે પદાર્થો આડકતરા માર્ગમાં સીધા ઉરાડલા હોયછે, અને જેમના ઉપર તેજ વેળાએ ગુસ્તાકર્પકત્વના બળનો વ્યાપાર ચાલેછે, તે સર્વ પદાર્થો વાંકી લીટીમાં ચલન પામશે: એ ગુસ્તાકર્પકત્વના બળથી પદાર્થની ગતિ હંમેસાં વધતી જાયછે. તેટલા માટે ગમે તે જાતની વાંકી લીટીમાં કયો પણ પદાર્થ ગમન પામતાં આપણી દૃષ્ટીએ પડે, તારે આપણો એવો નિશ્ચય થાયછે કે ઓછામાં ઓછાં એના ઉપર જે બળોનો વ્યાપાર થયો હશે; તે મધ્યેના એક બળના યોગે કરીને તે ગતિમંત થયો હશે, અને બિજાં બળના યોગે કરીને તે બળનો વ્યાપાર ન ચાલ્યો હોત તારે તે પદાર્થ જે સીધી લીટીમાં ગમન પામત, તે માર્ગમાંથી તે ખસાતો હશે; અને જે બળે કરીને પદાર્થનું સીધી લીટીમાં ગમન પામવું બધ થઈને તે વાંકી લીટીમાં ગમન પામેછે, તે બળનો વ્યાપાર જે ક્ષણે બંધ પડેછે, તેજ ક્ષણથી તે પદાર્થ ફરીથી સીધી લીટીમાં ગમન પામશે. ગોળાને તોપના જ્વરથી ઉરાડ્યાથી, પેહેલ વેહેલાં તે ચલનના પેહેલા નિયમ પ્રમાણે સીધો લીટીમાં આગળ ઉડશે, પણ ગુસ્તાકર્પણ-

વેછે એવું એક બજાર લગાડ; તારે અવ સાથે સમાંતર
અને તેની ઉપર લંબ એવાં બે દિશામાં વ્યાપાર કરના-
રાં બજારોમાં અફ નું બેદન થશે, અને તે બજારોની દિ-
શા અને માન અહ અને અહ લિટ્ટીથી માલમ પડશે.
હવે એ ખુલ્લું છે કે અહ ની પાંતીનું અવ ઉપર કાંઈ
કાર્ય થનાર નથી, કેમકે એનો વ્યાપાર અવ દિશામાં
થાય છે, અને અવ લિટ્ટી કાંઈ ક ખીલ ઉપરથી ખરી
રાકતી નથી, તેટલા મોટે અહ નું કાર્ય અફ જેટલું
થશે; પણ અફ લિટ્ટી અહ લિટ્ટી કરતાં મોટી છે, તેટલા
મોટે તેમાંનું બજાર અહ માંના બજાર કરતાં વધારે થશે.
અને એ ઉપરથી સિદ્ધ થાય છે કે કયું પણ એક બજાર,
જેનો વ્યાપાર કાટખુણે (એટલે લંબ માર્ગમાં) થાય છે,
તેનું કાર્ય, તેથી વધારે બજાર જેનો વ્યાપાર ત્રાંસા માર્ગમાં
થાય છે તેની ખરેખર થશે. અને એ પ્રમાણે ત્રાંસા
માર્ગમાં બજારની યોજના થયાથી, કેટલું બજાર ફોકર
જાય છે, તેનો નિર્ણય થશે; કેમકે એ ઉપરની આકૃતિ-
માંજ એમ ધારો કે અફ બજારની યોજના થઈ છે; હવે
એ સ્પષ્ટ દિસે છે કે વસ્તુતઃ જેટલું બજાર ખસ થશે,
તેના કરતાં વધારે બજારની યોજના થઈ છે કેમકે જે
તેજ બજારની યોજના લંબ માર્ગમાં થાય તો હાલના
કરતાં વધારે કાર્ય ઉત્પન્ન થાય. એ પ્રમાણે ત્રાંસા માર્ગ-
માં જે બજારોનો વ્યાપાર થાય છે, તે બજારોમાં માલમ
પડે, તો આપણે તે બજારનું અહ અને અહ માં બેદન

સાન પોહોંચરો તે સેહેજ નીચેના પ્રમાણ ઉપરથી નિક-
જરો તે પ્રમાણ એ કે, અફઃ ફફઃ : આખું બળઃ
ફેકટ જનાર બળને:

મોઢા મોઢા ધંદો તેમના બારને લીધે એકલા એક
માણસથી વગાડતા નથી, માટે તેમને વગાડવા સાર
ધણા માણસનું એકત્ર બળ લગાડ્યામાં આવેછે. જે
મુખ્ય દોરડું ઘંટસાથે બાંધેલું હોયછે, તેની સાથે બિજાં
દોરડાંઓ બાંધીને એક એક માણસ જુદાં જુદાં દોરડાંને
બંધેછે. બળના સંઘાત અને ભેદનના નિયમ પ્રમાણે
મુખ્ય દોરડાંના માર્ગમાં સેહેજ, આ જુદાં જુદાં બળો
એક બળમાં મિશ્ર કરારો.

કનકવા ઉપર પવન અને દોર એ બે બળોનો વ્યા-
પાર ચાલેછે, એ એક બિજા દાખલો છે; તેમજ માંછ-
લાંની ગતિ, પક્ષીનું ઉડવું, તરવું વગેરે બિજા દાખલા-
ઓ છે.

તુરંગિયોના કવાયતના ખેલો સેહેજથી બનેછે, તેનું
કારણ મિશ્રચલનના મૂળતત્ત્વ ઉપરથી સમજાયછે.
જે વેળાએ ઘોડો સારીપેઠે ઘોડઉપર આવેલો હોય તે વેળા-
એ, ઘોડસ્વાર ઘોડાઉપરથી સીધો લંબ માર્ગમાં કુદી
પડે તો, પછી તે જાણુ ઉપર હોતો નથી તોપણ તેનામાં
ઘોડા જેટલો વેગ હોયછે; અને તેટલા માટે તેનું શરીર
આગળ ફેંકવાનું તેને કાંઈ પ્રયોજન નથી, કેમકે ઘોડાસાથે
એને સામાન્ય ગતિ છે, તેથીજ આ કામ સિદ્ધ થાયછે,
અને એ સામાન્ય ગતિ તથા તે જે ગતીથી સીધો ભુ-
સ્કો મારેછે, તે મિશ્ર કીધાથી તેનું કુદી પડવું સાધ્ય

થાયછે; અને તે માટે જે સમાંતરબાજુઓખુણની એક બાજુ ઘોડાની ગતીના માર્ગમાં અને બિજા તેથી લંબ દિશાએ હોયછે તેના કણમાં તેનું શરીર ગમન પામેછે.

યંત્રશાસ્ત્ર શિખનારાએ અગત્યે કરીને બળના સંઘાત અને ભેદનનાં મૂળતત્ત્વથી સારીપેઠે વાકેફ થવું જોઈએ; કારણ, જે ગતિ ગમે તે રીતે લગાડેલાં બાહ્ય બળોના વ્યાપારથી પદાર્થોમાં ઉત્પન્ન થાયછે તેના ઘણુંકરીને પ્રત્યેક દાખલાના ખુલાસાને અર્થે, એ મૂળતત્ત્વો અગત્યનાં છે. પ્રક્ષેપણ-જેના પેટામાં ગોલંદાજીનો વિષય આવેછે તેના સિધ્ધાંતોની સ્થાપના આ મૂળતત્ત્વના આધાર ઉપરથી થઈછે. કારણ ગમે તેટલાં બળથી પૃથ્વીના પૃષ્ઠ નજીક પદાર્થો ફેંચ્યા, તો ગુસ્તવાકર્ષણના બળના સતત વ્યાપારથી તેઓનો અસલ માર્ગ બદલાઈને, તેઓ પૃથ્વી ભણી એક જાતની વાંકી લીટીમાં ગમન પામશે એ સિધ્ધ કરાયછે. આ મૂળતત્ત્વની સાહ્યતાથી સરઐસાક ન્યૂટને પોતાના પ્રિન્સિપિયા ગ્રંથમાં સૃષ્ટીના ખરા અનુક્રમનું પ્રતિપાદન કીધું છે, તથા ખસ્ય પદાર્થોની જે નિયમથી યોજના અને વ્યવસ્થા થઈછે તે સોધી કાઢાયાંછે તથા તેઓનું એક બિજા ઉપર જે કાર્ય થાયછે અને બળ પોહોંચેછે તેનો નિર્ણય કીધો છે. યાંત્રિક શક્તિનાં તત્ત્વ અને ગુણ સિધ્ધ કરતી વેળાએ પણ એ ઘણું અગત્યનું છે; તે વિષયનો વિચાર આ પુસ્તકના આગળના ભાગમાં કીધામાં આવશે.

જુદાં જુદાં બળોનો એકજ પદાર્થ ઉપર વ્યાપાર થયાથી તે સમગતીએ ચાલેછે તેનોજ માત્ર, પાછળ

૩૪ પદાર્થોનું વાંકી લીટીમાં ચલન.

બળના સંઘાત અને બેદનમાં વિચાર કીધો છે; અને તે સર્વ દાખલાઓમાં એ સિધ્ધ કરી બતાવું છે કે, જે કણની અંદર પદાર્થ ગમન પામશે તે સીધી લીટી થશે, હવે આપણે તે માહેના એક બળનો વ્યાપાર તેની ઉપર વધતો વધતો થતો જાય છે એવું ધારીને તેનો વિચાર કરીશું; અને એ માલમ પડશે કે આવી રીતે વ્યાપાર થયાથી પદાર્થના ગમનનો માર્ગ વાંકી લીટીમાં થશે જે પદાર્થો આડકતરા માર્ગમાં સીધા ઉગડેલા હોય છે, અને જેમના ઉપર તેજ વેળાએ ગુસ્તાકર્પકત્વના બળનો વ્યાપાર ચાલે છે, તે સર્વ પદાર્થો વાંકી લીટીમાં ચલન પામશે: એ ગુસ્તાકર્પકત્વના બળથી પદાર્થની ગતિ હંમેસાં વધતી જાય છે. તેટલા માટે ગમે તે જાતની વાંકી લીટીમાં કયો પણ પદાર્થ ગમન પામતાં આપણી દૃષ્ટીએ પડે, તારે આપણે એવો નિશ્ચય થાય છે કે ઓછામાં ઓછાં એના ઉપર જે બળોનો વ્યાપાર થયો હશે; તે મધ્યેના એક બળના યોગે કરીને તે ગતિમંત થયો હશે, અને બિજાં બળના યોગે કરીને તે બળનો વ્યાપાર ન ચાલ્યો હોત તારે તે પદાર્થ જે સીધી લીટીમાં ગમન પામત, તે માર્ગમાંથી તે એવાતો હશે; અને જે બળે કરીને પદાર્થનું સીધી લીટીમાં ગમન પામવું બંધ થઈ ને તે વાંકી લીટીમાં ગમન પામે છે, તે બળનો વ્યાપાર જે ક્ષણે બંધ પડે છે, તેજ ક્ષણથી તે પદાર્થ ફરીથી સીધી લીટીમાં ગમન પામશે. ગોજાને તોપના બેરથી ઉગડ્યાથી, પેહેલ વેહેલાં તે ચલનના પેહેલા નિયમ પ્રમાણે સીધી લીટીમાં આગળ હરશે, પણ ગુસ્તાકર્પક-

ના ખજે કરીને, તે વાંકી લીટીમાં અલન પામશે, અને
તેના અલન માર્ગનું બદલાવું જોઈલા બનથી પ્રેરણા
થઈ હશે તે પ્રમાણે થશે. જ્યાં સુધી ગુસ્તવાકુર્ષણના
નિયમોનું જ્ઞાન શિષ્યનારાઓને થયું નથી, ત્યાં સુધી
પ્રેક્ષણના નિયમો સારી પેઠે તેઓના લક્ષમાં આવશે
નહીં; માટે તે વિષયનો વિચાર આગળ એક ભાગમાં
કીધામાં આવશે.

ત્રિજો અલનનિયમ.

હુમરો પ્રત્યાધાત આધાતની ખરેખર તથા તેનાથી
વિરુદ્ધ થાયછે, અથવા બિજી રીતે કહીએ તો બે પદ-
થોનો એક બિજાઉપર આધાત ખરેખર તથા તેમના
માર્ગ સામસામા થાયછે.

જો એક પદાર્થનો બિજા પદાર્થઉપર પ્રહાર થાયછે,
તો તે બેઉ પદાર્થ, અથવા તે માંહેનો માત્ર એકજ
પદાર્થ ગતિમંત હોય, તોપણ ધક્કો બેઉને ખરેખર પોહો-
યેછે, જો કોઈ માણસ ઉભો હોય તેની ઉપર બિજો મા-
ણસ દોડીઆવે, તો બંને જાણને ધક્કો લાગશે; અને
જો બંને માણસ એકસરખા અને સામસામા દોડતા
હોય તો અગાઉ કરતાં બમણો ધક્કો લાગશે. પણ જો
તે માંહેના એક માણસનો બોજ બિજા કરતાં ઘણો
ઓછો હશે તો, તેથી કરીને તેને કાંઈ ભારી માણસ
કરતાં વધારે આઘાત લાગનાર નથી, કેમકે તે બેઉને
આઘાત તો એક સરખાજ લાગશે, માત્ર એટલુંજ થશે
કે તે નબળો માણસ બુધ્ધ સરખો થશે, અને તે મજબૂત

શ્રુત ધક્કાને સહન કરશે. આડઆડસેં ખાંડીના ખે
વાહાણો, જેમના વેગ અથવા ચાલ ખરોખર છે, તેઓ
જો દરીયામાં એક બિજા સાથે અથડાય તો, તેમાંહેનું એક
સ્થિર હોય અને સોળસેં ખાંડીનું વાહાણ તે ખેડના જે-
ટલાજ વેગે ચાલતું તેની સાથે અથડાય, તેથી જે તેને
આઅકો લાગે, તેના જેટલોજ એથી કરીને તે ખેડવા-
હાણને લાગશે; અથવા જો એકમાં ૩૦૦ ખાંડી ખોજ
હોત અને બિજામાં આડસેં, તો પણ આઅકો ખરાખર
લાગત; માત્ર વિરોધ એકે તે નાહાના વાહાણથી મોટા
વાહાણની પેઠે સહન ન થાત.

જો એક સરખી મોટાઈના તથા ખરાખર વજનના એક
બિજાથી ચાર ગજને અંતરે ખે મહવા પાણીમાં તરતા
અને સ્થિર હોય, અને તેમાંહેના એકમાંથી કોઈ માણસ
દોરેડે વતી બિજા મહવાને પોતાબણી ખેંચે, તો જરે
ખેડ મહવા સોડસોડ આવશે, તારે તે ખંને ખે ખે ગજ
ખેંચાયા એમ માલમ પડશે; અથવા જો તે ખેડ મહવા
ઓ જોડાજોડ હોય, અને તેમાંહેના એકની અંદરનો મા-
ણસ બિજા મહવાને હડસેલે તો, તે તથા પોતાનો મ-
હવો એક બિજાથી ખરોખર અંતરે ખસશે. વળી જો
એક મહવો બિજા મહવા કરતાં ખમણો હશે તો તે
નાહાના કરતાં માત્ર અર્ધે અંતરે ખેંચાશે. એ પ્રમાણે
સર્વ ઢેકાણે પદાર્થનો વ્યાપાર એક બિજા ઉપર થયાથી,
આધાત અને પ્રત્યાધાત ખરોખર અને વિરુદ્ધ માર્ગમાં
થાયછે એ માલમ પડેછે.

આધાત અને પ્રત્યાધાતના કાર્ય હેતુસાં મારવામાં, તરવા-

માં અને ઉડવામાં સ્પષ્ટ જોવામાં આવેછે. દૃષ્ટાંત, જારે (વ) મછવા માંહેનો (ર) માણસ હેલ્લેસું મારેછે, તારે તે પાણીને (હ) તરફ ખસેડે, (આકૃતિ ૧૬); અને પાણી તેટલાજ બળથી તે મછવાને (ડ) તરફ હડસેલેછે. તરવું એ હાય પગ-થી હેલ્લેસાં મારવા બરાબર છે, એમ આકૃતિ ૧૬.

ગણ્યું તો ચાલશે, અને તે કામ-

માં આપણે પાણીને જેટલું પાછળ



હઠાવીએ છેયે, તેટલુંજ પાણી આ-

પણને આગળ હડસેલેછે. ઉડતી વેળાએ પક્ષિયો જારે પોતાની પાંખથી વાયુમાં પ્રહાર કરેછે, તારે તેની વિસ્તૃત થયેલી પાંખ ઉપર પ્રત્યાઘાત થયા-થી તેઓ આગળ ખેંચાયછે. ઉદાહરણ, જો કોઈ પક્ષી દશ રોર બોળ ઉંચકવાને જેટલું બળ જોઈએ, તે-ટલા બળથી વાયુમાં નીચેની તરફ પોતાની પાંખથી પ્રહાર કરે, તો વાયુના પ્રત્યાઘાતે કરીને તે તેટલાજ બળથી ઉપર હડસેલારો; અને જો પક્ષીનો બાર એક રોરનો હશે, તો વાયુના પ્રત્યાઘાતના બળનાં કાર્યથી તે પક્ષી માત્ર નવ રોરને ઉંચકવાને જેટલું બળ જોઈએ તેટલા બળથી ઉંચું જશે. એટલે એક કખીમાં તેમાંહેના દોરડાને એક છેડે લટકતો એક રોરનો બોળે, તેજ દોરડાને બિજે છેડે-લટકતા દશ રોરના બોળના ઉતરવાથી જેટલો ઉંચે ચ-ડશે, તેટલું તે પક્ષી ઉંચે ચડશે. જો પક્ષી માત્ર પોતા-ના બાર જેટલાજ બળથી વાયુમાં પ્રહાર કરે, તો તે કે-ટલીએક વારસુધી ચલન રહિત વાયુમાં લટક્યા કરશે;

અને એ પ્રમાણે ઘણીએક વાર સમડી, ખાજ અને બિજાં શિકારી પક્ષિઓ જોયામાં આવેછે.

જો લાકડાના કડકાને આંગળીએ વતી દાખ્યો તો આંગળી પણ તેજ પ્રમાણે એકસરખી લાકડાંથી દબારો. જો (અ) ગતિમત ગોળો (વ) સ્થિર ગોળા ઉપર (આકૃતિ ૧૭) પ્રમાણે પ્રહાર કરે, તો (વ) ને જેટલી ગતિ પ્રાપ્ત થશે તેટલી (અ) માંથી ઓછી થશે, અને તે પ્રમાણે (અ) નો વેગ કમી થશે. જારે એ પ્રમાણે બનેછે તારે (અ) પદાર્થની ગતિ (વ) માં ગઈ અને તેટલામાટેજ તેમાહેના કાંઈએક બળનો અથવા ગતીનો લોપ થયો એમ આપણે કહીએછીએ; એને (વ) પદાર્થનો (અ) પદાર્થ ઉપર પ્રત્યાઘાત કહેછે. હવે (અ) નું બળ, (વ) થકી જેટલો પ્રતિબંધ થાયછે તેથી કાંઈ જાદે ઓછું થતું નથી, તેઉપરથી એવું નિકળેછે કે આઘાત અને પ્રત્યાઘાત બરોબર છે, એટલે (અ) પોતાનું જેટલું બળ (વ) ને આપેછે તેટલુંજ તેનું બળ ઓછું થાયછે. એક પદાર્થમાંથી બિજામાં ગતિ જવાને વખત લાગેછે; અને એ વાત ઘણીએક તરેહથી ખતાવી શકાયછે. એક મેહેલો રીત એકે, એક બારે જનસને, બાણે કે ત્રાંખાની ચાકીને, એક ઢળતું નહીં હોય એવા મોટા વાસણના લીસા ઢાંકણાઉપર મેહેલવી, જો તે ઢાંકણાને એકાએક વાંકું વાળ્યા વગર ખસેડી લીધું તો તે ચાકી વાસણમાં પડશે; પણ જો તેજ વેળાએ બંનેને લાગે એવી રીતે ગતિ આપી તો એ પ્રમાણે બનશે નહીં.

જો ઘોડો બારે બોજે એવી લઈજતો હોય, તો તે

બોજ તેને પણ તેજ પ્રમાણે માછળ ખેંચેછે, કેમકે રાસ ખેડતરફ એકસરખી ખેંચાયછે.

એ ખુલ્લું છે કે જે તાજવાના એક પલ્લામાં ચાર શેરનો બોજ હોય, તેના બિજા પલ્લાને નીચે દાખી રાખવાને ચાર શેર જેટલું બળ લગાડવું પડશે; પણ જો એકમાં વીસ શેરનો અને બિજામાં પંદર શેરનો બોજ હોય, તો પંદરશેરવાળાં પલ્લાને માત્ર પાંચ શેર જેટલા બળથી દાખી રાખ્યાથી સમતોલન કાયમ રહેશે.

અસ્થિતિસ્થાપક પદાર્થોનો પ્રહાર—જરે બરોબર વેગ-માનના બે અસ્થિતિસ્થાપક પદાર્થ સામસામી ચાલતાં એક બિજાઉપર પ્રહાર કરેછે, તારે એક એકને લીધે બિજાની આગળ ચાલવાની ગતીનો નાશ થશે, અને તેથી કરીને બંને પદાર્થ સ્થિર રહેશે. પરંતુ એક બિજાઉપર અથડાવી વેળાએ જો તેઓનાં વેગમાન બરોબર નહીં હશે, તો પ્રહારની અગાઉ જે પદાર્થનું વેગમાન કમી હશે તેની ગતીનો લોપ થશે એટલું જ નહીં, પણ તેને અગાઉથી વિરુદ્ધ માર્ગમાં ગમન કરવું પડશે, કેમકે વધારે વેગમાનના ધક્કાના માર્ગમાં તેને ચલન પામવું અવશ્ય છે; પછી તે બે પદાર્થ જાણે એકજ છે તથા અગાઉની ગતીના અંતરના હિસાબ પ્રમાણે સરખી ગતીથી ચલન પામેછે એમ ધારૂં તો ચાલશે. મનમાં આણું કે (અ) અને (બ) એ બે પદાર્થ (૧૭મી આકૃતિ પ્રમાણે) છ અને ચારના વેગથી સામસામી દિશામાં ચલન પામેછે, અને એવું થયાથી ધક્કો લાગ્યો એટલે (વ) ના આપ્ત ચારના વેગનો નાશ થશે અને (અ)

નો વેગ ૪ જોડો ક્રમી થશે, અને બાકીનો બેનો વેગ (અ) અને (વ) એ પદાર્થોમાં વહેંચાશે: પછી બંને પદાર્થ એકના વેગથી (વ) થી (મ) તરફ ચલન પામશે.

આકૃતિ ૧૭.



જો (અ) અને (વ) એ બે બરોબર પ્રકૃત્યંશના પદાર્થ (આકૃતિ ૧૮) પ્રમાણે છના અને ચારના વેગથી એકજ માર્ગ તરફ ચલન પામતા હોય, તો (અ), (વ)ને પકડી પાડશે, અને પ્રહાર થતી વેળાએ (અ)નો એટલો વેગ (વ)માં જશે કે તેથી તે બેઉનો વેગ સમાન થશે, પછી તે બેઉ પદાર્થ અગાઉનાજ માર્ગમાં પાંચના વેગથી ચલન પામશે. એ ડેકાણે (અ)ના વેગમાંથી એકનો વેગ ક્રમી થશે, અને (વ)ના વેગમાં એકનો વધારો થશે.

આકૃતિ ૧૮.



“બે નાહાના મોટા પદાર્થોપર બરોબર બળ લગાડ્યાં તો પછી તેમના વેગ, તેમની પ્રકૃત્યંશના પરિમાણના પ્રમાણ પ્રમાણે અસ્પર્શને થશે;” એનો અર્થ એકે, જેમ પ્રકૃત્યંશ વધારે તેમ તેનો વેગ ઓછો થશે. અને વિપક્ષ પદાર્થોપર બરોબર બળની યોજના કીધાથી તેમનામાં જુદા જુદા વેગ ઉત્પન્ન થાયછે, તથાપિ

તેમના વેગમાન બરોબર હોય છે; પૂર્વે કહ્યા પ્રમાણે કોઈ પણ પદાર્થનું વેગમાન હંમેસાં તે પદાર્થનો બોજ, તે જ વેગે ચલન પામે છે, તેણે ગુણ્યાથી મળે છે, તેટલામાટે બરોબર બળની ચોજના થકા વિષમ પદાર્થો, જે એક સરખા વેગથી ચલન પામતા નથી, તોપણ તે બેમાંથી કયો પણ એક પદાર્થ જે કોઈ બિન્ન પદાર્થ ઉપર અથડાય તો તે, તે પદાર્થને બિન્ને કરત તેટલાજ બળથી પ્રહાર કરશે.

મનમાં આણું કે (અ) પદાર્થ તોલમાં પારોરનો છે, (આકૃતિ ૧૯મી જે) તથા (ક) રોર વજનનો છે, અને એવું ધાર કે તેમને બરોબર બળથી (અ) અને (ક) બિંદુચક્રી (અથ) અને (કડ) લીટિયોમાં હડસેલેલા છે, હવે એ ખુલું છે કે તેમના વેગ વિષમ થશે, એટલે (ક) નું વજન (અ) ના વજન કરતાં જેટલા ગણું વધારે છે, તેટલા ગણો (અ)નો વેગ (ક) ના વેગ કરતાં વધારે થશે; હવે (ક) નું વજન (અ) ના કરતાં આગણું વધારે છે, તેટલામાટે તેનો વેગ (અ) કરતાં આગણું ઓછો થશે. એ ઉપરથી સાફ નજરમાં આવશે કે જે (અ) પદાર્થ, કોઈ બિન્ન (ક) સ્થિર પદાર્થ ઉપર આઘાત કરે અને (ક), (ક) સ્થિર પદાર્થ ઉપર કરે, તો જેટલા જોરથી (ક) નું બળ (ક) ઉપર લાગશે તેટલાજ જોરથી (અ) નું (ક) ઉપર લાગશે; એનું કારણ એ કે (ક) માં વેગ જેટલો ઓછો છે, તેનો બદલો તેને તેનામાં (અ) કરતાં બાર વધારે છે તેથી મળે છે; અને (અ) માં જેટલો વજન-
જા

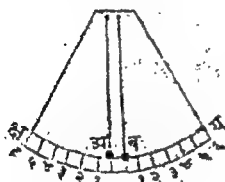
નો ખુટકો છે તેનો બદલો તેને તેનામાં (ક) કરતાં વધારે વેગ છે તેથી મળે છે.

આકૃતિ ૧૯.



પદાર્થોઉપર પ્રહાર થયાથી આઘાત અને પ્રત્યાઘાત બ-
રોબર થાય છે, તેનો દાખલો પ્રયોગસહિત નીચે પ્રમાણે
ખતાવ્યામાં આવશે:

આકૃતિ ૨૦.



માટીના અથવા બિજા કોઈ
અસ્થિતિસ્થાપક પદાર્થના બે બ-
રોબર ગોળા એક સરખી લં-
બાઈની દોરીથી ટાંગીને બઠ-
કાવ, એવી રીતે કે તેઓ બરો-
બર ભાગ કીધેલા (જય)

કોસને સ્પર્શ કરે. (આગળની ૨૦ મી આકૃતિ જો) હવે
જો બેઉને દૂર કરીએ અને (અ) ને ડાબી તરફના ટના
અંક આગળ તથા (ક) ને જમણી તરફના એથા અંક
ઉપર લાવિયે, અને પછી એકી વખતે તે બેઉને મેદેલી
દઈએ, તો તેઓ એક સરખા વેગથી એક બિજા ઉપર
આઘાત કરશે, અને પછી તેઓ અચડતાં વારનેજ
સ્થિર રહેશે, કેમકે તેમ થયાથી એક બિજાઉપરના પ્ર-
ત્યાઘાતને લીધે તેઓના બળનો નાશ થાય છે.

એ ઉપરથી સિદ્ધ થાય છે કે, જારે બરોબર પદાર્થ બ-
રોબર વેગે ગમન પામે છે તારે તેઓમાં બરોબર બળ

હોયછે, કેમકે જો તેમ ન હોત તો, જે ગોળાઓ એકઠા થઇને આગળ જોનું બળ વધારે હોત તેના માર્ગમાં ગમન પામત; એ વાત નીચે પ્રમાણે સિદ્ધ થશે. મનમાં આણુંકે (અ) વજન (વ) કરતાં બમણું છે, પછી (અ) ને ૩ના અંક આગળ આણું; અને (વ) ને તેની સામી બાજુના ૬ના અંક આગળ આણું; હવે જો તેમને મેહુલી દબાવે તો તેમના વેગ ૩:૬ (ત્રણ જેમ છને); તથા તેમના પ્રદૂત્યંશ ૨:૧ (જે જેમ એકને) એ પ્રમાણમાં થશે, અને તેમણે તેમના બળ બગેબર થશે, કેમકે (અ) ગોળો જે બેનો છે તેને તેનો વેગ ૩નો છે તેણે ગુણ્યાથી ૬ થાયછે ($૨ \times ૩ = ૬$), અને (વ) ગોળો જે એકનો છે તેને તેમાં ૬ના વેગે ગુણ્યાથી પણ છ ($૧ \times ૬ = ૬$) થાયછે.

પાછળનાં ઉદાહરણો ઉપરથી સ્પષ્ટ માલમ પડશે કે, જો નાહાનો પદાર્થ હોય અને તે બોહોળા વેગે ચલન પામતો હોય, અથવા મોટો હોય અને થોડા વેગથી ચલન પામતો હોય, તો તેથી વિલક્ષણ કાર્ય ઉત્પન્ન થશે, કેમકે પદાર્થનું વેગમાન તેનો વેગ તથા ગુરુત્વ એ બે બેને હીસાબમાં લીધાથી ગણાયછે. મીણબત્તી જેવી હલકી જનમને પણ જો તોપથી ઉરાડી તો તે દેવદારના પાટિયાને વિધીને આરપાર જશે; તેમજ માલથી ચિકાર થયું વાહાણ બિન્ન ખુટે બાધેલા મછવાને ઘણું કુરીને માલમ ન પડે એવા વેગથી જો અથડાય, તો તેટલોજ તેનો વેગ તેનો ચુરાડો કરવાને બસ થશે. વળી જો એક અધોળની ગોળીને છત્રીશ રોરના ગોળાકરતાં મળે

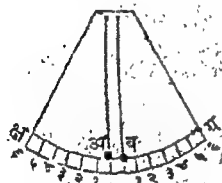
નો ખુટકો છે તેનો બદલો તેને તેનામાં (ક) કરતાં વધારે વેગ છે તેથી મળે છે.

આકૃતિ ૧૬.



પદાર્થોઉપર પ્રહાર થયાથી આઘાત અને પ્રત્યાઘાત બ-
રોબર થાય છે, તેનો દાખલો પ્રયોગસહિત નીચે પ્રમાણે
ખતાબ્યામાં આવશે:

આકૃતિ ૨૦.



માટીના અથવા બિજા કોઈ
અસ્થિતિસ્થાપક પદાર્થના બે બ-
રોબર ગોળા એક સરખી લં-
બાઈની દોરીથી ટાંગીને બંદ-
કાવ, એવી રીતે કે તેઓ બરો-
બર ભાગ કીધેલા (ક્ષય)

કૌસને સ્પર્શ કરે. (આગળની ૨૦ મી આકૃતિ જો) હવે
જો બેઉને દૂર કરીએ અને (અ) ને ડાબી તરફના ૪ના
અંક આગળ તથા (વ) ને જમણી તરફના એથા અંક
ઉપર લાવિયે, અને પછી એકી વખતે તે બેઉને મેહલી
દઈએ, તો તેઓ એક સરખા વેગથી એક બિજા ઉપર
આઘાત કરશે, અને પછી તેઓ અથડાતાં વારનેજ
સ્થિર રહેશે, કેમકે તેમ થયાથી એક બિજાઉપરના પ્ર-
ત્યાઘાતને લીધે તેઓના બળનો નાશ થાય છે.

એ ઉપરથી સિદ્ધ થાય છે કે, જરૂર બરોબર પદાર્થ બ-
રોબર વેગે ગમન પામે છે તારે તેઓમાં બરોબર બળ

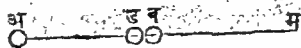
હોયછે, કેમકે જો તેમ ન હોત તો, એ ગોળાઓ એકઠા થઈને આગળ જોતું બળ વધારે હોત તેના માર્ગમાં ગમન પામત; એ વાત નીચે પ્રમાણે સિદ્ધ થશે. મનમાં આણકે (અ) વજન (વ) કરતાં બમણું છે, પછી (અ) ને ૩ના એક આગળ આણ; અને (વ) ને તેની સામી બાજુના ૬ના એક આગળ આણ; હવે જો તેમને મેહુલી દઈએ તો તેમના વેગ ૩:૬ (ત્રણ જેમ છને); તથા તેમના પ્રવૃત્તિશ ૨:૧ (એ જેમ એકને) એ પ્રમાણમાં થશે, અને તેમણે તેમના બળ બરોબર થશે, કેમકે (અ) ગોળો જે બેનો છે તેને તેનો વેગ ૩નો છે તેણે ગુણ્યાથી ૬ થાયછે ($2 \times 3 = 6$), અને (વ) ગોળો જે એકનો છે તેને તેમાં ૬ ના વેગે ગુણ્યાથી પણ છ ($1 \times 6 = 6$) થાયછે.

પાછળનાં ઉદાહરણો ઉપરથી સ્પષ્ટ માલમ પડશે કે, જો નાહાનો પદાર્થ હોય અને તે બોહોળા વેગે ચલન પામતો હોય, અથવા મોટો હોય અને થોડા વેગથી ચલન પામતો હોય, તો તેથી વિલક્ષણ કાર્ય ઉત્પન્ન થશે, કેમકે પદાર્થનું વેગમાન તેનો વેગ તથા ગુરુત્વ એ બે બને હિસાબમાં લીધાથી ગણાયછે. મીણબત્તી જેવી હલકી જનસને પણ જો તોપથી ઊરાડી તો તે દેવદારના પાટિયાને વિધીને આરપાર જશે; તેમજ માલથી ચિકાર થયલું વાહાણ બિન્ન ખુટે બાંધેલા મછવાને ઘણું કરીને માલમ ન પડે એવા વેગથી જો અથડાય, તો તેટલોજ તેનો વેગ તેનો ચુરાડો કરવાને બસ થશે. વળી જો એક અધોગતી ગોળીને છત્રીશ રોરના ગોળાકરતાં ૫૭૬

ગણા વધારે વેગથી તોપથી હરાડાયે, તો પછી બન્નેથી એકસરખાં કાર્યો ઉત્પન્ન થશે, કેમકે પૃથ્વિ અધોગી ૩૬ રોરની ખરોખર છે, તેટલામાટે એ સ્પષ્ટ છે કે, તે ગોળીનો વેગ તે ગોળાકરતાં જેટલા ગણો વધારે છે, તેટલાજ ગણો તે ગોળાનો ભાર તેનાકરતાં અધિક છે.

સ્થિતિસ્થાપક પદાર્થોનો પ્રહાર.—જો એ સંપૂર્ણ સ્થિતિસ્થાપક પદાર્થ એક બિંબ સાથે અથડાય તો, એકને બિંબ પદાર્થથી જે નફો અથવા તોટો પોહાયેછે તેના જેટલો તેનો બિંબ પદાર્થઉપર પ્રત્યાઘાત થવો જોઈએ. એટલે, જો એક પદાર્થ બિંબ પદાર્થને પાંચના બળથી ધક્કો મારે, તો બિંબ પદાર્થની સ્થિતિસ્થાપકતાથી વિરુદ્ધ માર્ગમાં તે પદાર્થઉપર તેટલોજ પાંચનો ધક્કો લાગશે. જો (અ) અને (બ), (આકૃતિ ૨૧મી જો) એ ખરોખર પદાર્થ અનુક્રમે પાંચના અને ત્રણના વેગથી, સામસામા માર્ગમાં ચલન પામે, તો આઘાત થયાપછી (અ) ત્રણના અને (બ) પાંચના વેગથી પાછો ફરશે. પ્રહાર વેગાએ (અ) ને (અવ) માર્ગમાં ત્રણના વેગની હાની પોહોંચી કેમકે (વ)નો ત્રણનો વેગ છે, પણ (વ) સ્થિતિસ્થાપક પદાર્થ છે તેથી કરીને પાછો તેને પાંચના જેટલા બળથી (કઅ) માર્ગમાં ધક્કો લાગેછે, અને તેણે કરીને તેના બાકી રહેલા બેના વેગનોજ નાશ થાયછે એમ નહીં, પણ તે (વ) ત્રણના વેગથી પાછો ફરેછે. અને એજ પ્રમાણે એ પણ બતાવ્યામાં આવશે કે, (અ) થી તે (વ) માર્ગમાં (ક) પણ પાંચના વેગથી ચલન પામશે.

આકૃતિ ૨૧.



જે (ક) સ્થિર હોય અને (અ) તેનાઉપર ચારના વેગથી પ્રહાર કરે, તો (ક) પદાર્થ પ્રહારની અગાઉ જે (અ)નો ચારનો વેગ હતો, તેટલા વેગથી (ક) થી તે (મ) માર્ગમાં ચલન પામશે અને (અ) ને કાંઈ વેગ પ્રાપ્ત થશે નહીં, કેમકે અગાઉ (ક) સ્થિર હતો, અને તેટલામાટે તે (ક) આગળ સ્થિર રહેશે.

મનમાં આણુંકે આ આગળની પાલીરામી આકૃતિ પ્રમાણે, (અ) અને (ક) બંને પર આકૃતિ ૨૨.

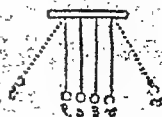
વજનના હાથી દાંતનાં બે ગોળા દોરીએ લટકાવેલા છે, પછી જે (અ) ગોળાને ઉંચે (ક) સુધી આણીને (ક) ઉપર જવા



દીધો તો, તે તેને (ક) લગી અથવા તેને અગાઉ જેટલો ઉંચો ડીધો હતો તેટલા અંતરઉપર બિન્ન તરફ લઈ જશે, પણ તેનો સંધનો વેગ (ક)ને વિશે ગયાથી તે સ્વતઃ (અ) આગળ સ્થિર રહેશે.

જે ચાર હાથી દાંતના બંને પર વજનના ગોળા તેનીરામી આકૃતિ પ્રમાણે બંને પર આકૃતિ ૨૩.

ધની દોરીથી ટાંગિયે, અને પછી જે હેલા ગોળાને ઉપર આણીને તે બિન્ન ઉપર અથડાય એવી રીતે સુકી દઈએ તો, બિન્ને અને બિન્ને ગોળો



સ્થિર છે, અને બોયો પહેલો જેટલા વેગથી બિન્ન ઉપર

પડ્યો હતો, તેટલા વેગથી ગમન પામે છે એ પ્રમાણે માલમ પડશે. આ ડેકાણે પેહલા ગોજાની ગતિ અથવા ખરે જોતાં તેને અલગ પમાડનાર બળ બે ગોજાની અંદર થઈને ચોથાને પ્રાપ્ત થાય છે. અને તેને આગળ કાંઈ પ્રતિબંધ રહ્યો નહીં, માટે તેના ઉપર આખા બળનો વ્યાપાર થાય છે. અને વધારે ગોજા હશે તોપણ એજ પ્રમાણે કાર્ય ઉત્પન્ન થશે; એટલે પેહલા ગોજાનો બિજાઉપર ધક્કો લાગ્યા પછી પેહલાથી તે છેલ્લા શિવાયના બિજા સર્વ ગોજા સ્થિર રહેશે, અને માત્ર છેલ્લો પેહલાના જેટલા વેગથી આગળ ઉડશે.

ભાગ ચોથો.

ગુરુત્વાકર્ષકત્વ.

સર્વ પદાર્થો જરે આધાર રહિત થાયછે તારે, જાંહાં-
સુધી તેઓ ભુમ્બને અડકે અથવા તેને બિજા પદાર્થનો
આધાર મળે, તાંહાંસુધી તેઓ પડ્યા કરેછે. પૃથ્વીના
પૃષ્ઠઆગળ, તથા જેરહી હંઆધસુધી હાલ માણસો હંએ
એટલાં છે, તથા જાંહાંસુધી નીચે ઉતરેલાં છે, તે સર્વ
ડેકાણે આ બનાવ બનેછે; વાદળમાંથી કરાં તથા વરસાદ
પડેછે, તથા હંડા આડામાં પથ્થર મુકી દોધો તો તે
નીચે ચાલ્યો જાયછે, એઉપરથી એ વાત માલમ પડેછે.
જડત્વ જે પ્રકૃતીનો સ્વાભાવિક ગુણ તેણે કરીને તે પો-
તાની મેળે ચાલી શક્તી નથી, અને તેટલા માટે ભુ-
મ્બઉપર નીચે ઉતરવાને તેમાં કાંઈ શક્તિ નથી; વાસ્તે
તેનું પતન થવાને કોઈ પણ બળની અવશ્ય પ્રેરણા થવી
જોઈએ, અને તેજ પ્રેરણાને ગુરુત્વાકર્ષકત્વ કહેછે. એ-
ઉપરથી જણાયછે કે ગુરુત્વાકર્ષણના બળે કરીને પદાર્થ
પૃથ્વીઉપર પડેછે; પણ એથી બિજાં કાંઈ કાર્ય બનતાં
નથી, એવું ધારીને જો આપણે ગુરુત્વાકર્ષકત્વની આવી
રીતે આખ્યા કરિયે તો તેની શક્તિનું આપણને ધણુંજ
અપૂર્ણ જ્ઞાન થશે, કેમકે એના યોગે કરીને તો બિજા
ધણા બનાવ બનેછે, તથા ગતિઓ ઉત્પન્ન થાયછે.
ઉદાહરણ, નદિઓનું વહેવું, પ્રવાહિ પદાર્થની અંદર હલકા

પદાર્થનું ઉપર આવવું, એ સર્વ, જોને આપણે ગુસ્તાકર્ષકત્વ કહિયે છેએ તેથીજ બનેછે. ધુમાડો વાતાવરણમાં થોડેએક ઉંચે ચડતો ફેટલીએકવાર દીઠામાં આવેછે; એ ચઢવું જો પ્રવાહિના અંદર તે ગમન પામેછે તેના બળે કરીનેજ માત્ર થાયછે, કેમકે ધુમાડાના પરમાણુ પોતાના જેટલાં મહત્વના વાતાવરણના પરમાણુને નીચેની તરફ હડસેલ્યા શિવાયે કાંઈ ઉપર ચઢી રાખતા નથી.

એ ઉપરથી નિકળેછે કે બધા પદાર્થો પૃથ્વી તરફ આકર્ષણ પામેછે; અને પ્રત્યેક પદાર્થનું તેની નીચેના પદાર્થોઉપર પૃથ્વીની તરફ જો દાબણ થાયછે, જોને લોકો વજન કહેછે, તે ગુસ્તાકર્ષણનું જ કાર્ય છે. જોરે કોઈક પથ્થરને હાથમાં લઈયે છેએ, તોરે તે થકી જો આપણા હાથઉપર દાબણ થાયછે, તેજ તેનું વજન; તેટલા માટે સઘળા પદાર્થોમાં વજન છે, કેમકે અંતરિક્ષ સુખ્યા તો તેઓ પૃથ્વીઉપર પડેછે.

ગુસ્તાકર્ષકત્વ પદાર્થોને પૃથ્વીના મધ્યતરફ ખેંચેછે; માટે એવું અવશ્ય માલમ પડેછે કે, જો પતનયુક્ત પદાર્થ સમાંતરમાર્ગમાં પડશે નહીં કેમકે જો જો લીટી એક ખિંદુમાં મળેછે તે એક બિંબસાથે સમાંતર થઈ રાખી આવેછે નથી; માટે સઘળા પદાર્થ ગુસ્તાકર્ષણે



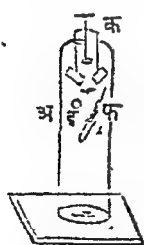
કરીને પોતાની નીચેની ક્ષિતિજ રેખાઉપરના લંબતરફ ઝાંકે આવે. મનમાં આણુકે (૨૪ મી આકૃતિ) પ્રમાણે તાર્જવાના પદ્ધતિ ગોળના પ્રમાણમાં બનાવેલાં છે, તથા ગોળનાં મધ્ય તરફ આકર્ષણ પામેલાં છે; હવે જો, ગોળનું

મધ્ય અને જે બિંદુઆગળથી પદ્ધતિ લટકે છે તે બિંદુ સાંધ્યાં તો એ સાફ માલમ પડે છે કે તે લિટી લંબતરફ ઝીંક આપે છે. પણ જે પદાર્થો આપણે અનુભવ કરવા લાગ્યે છે એ તેઓનું મહત્વ પૃથ્વીના મહત્વસાથે સરખાવી જોતાં એવું તો અલ્પ છે કે તેઓનો ઝીંક દૃષ્ટીગોચર થતો નથી.

પડતા પદાર્થો—જરોબર ઉંચાઈ ઉપરથી ભારે અને હલકા પદાર્થોને પડતાં જોઈએ છે એ તો તેઓના અધોગમનને જીદા જીદા વખત લાગે છે તેથી આપણને એકદમ આશ્ચર્ય લાગે છે. સિસું ધણું ઉતાવળું પડે છે અને કાગળ ઘણો ધીમો પડે છે, પણ એ વાત તે બંને પદાર્થના જીદા જીદા વજન ઉપરથી થતી નથી, કેમકે પદાર્થોને જેમ ઉડવાને સ્વાભાવિક પ્રવૃત્તિ નથી તેમ પડવાને પણ નથી; તેટલા માટે તેમના પ્રકૃત્યસાથે પ્રમાણમાં હોય તેવા બળની પ્રેરણા થયા વિના તેઓ પડશે નહીં; અને ગુસ્તવાકર્ષણનો વ્યાપાર પદાર્થોના સઘળા પરમાણુઉપર એક સરખો બને છે માટે જે તેમની ગતીને ક્ષીયમાણ કરનાર કાંઈ બિંદુ બળ હોત નહીં તો એકજ વખતે પૃથ્વીઉપર પહોંચત. એ પ્રમાણે તેમના પડવામાં અતર પડવાનું કારણ વાયુનો પ્રતિબંધ છે, અને એ પ્રતિબંધનું કાર્ય સિસાંકરતાં કાગળ ઉપર વિશેષ થાય છે; પણ જે તે કાગળનો ગોળો વાળ્યો તો તેનું ધણું થોડું પૃથ્વી વાયુસાથે સંલગ્ન થાય છે તેથી તેને થોડો પ્રતિબંધ થશે, અને તેણે કરીને તે પેહલાં કરતાં ઉતાવળે પડશે.

તેટલા માટે જે આપણે પડતા પદાર્થોની ખરી ગ-

તીનો નિશ્ચય કરવો હોય તો જે સ્થળમાં વાયુ, પાણી અથવા હરકોઈ બિન પદાર્થોથી ગુસ્તવાકર્ષણના વ્યાપારને પ્રતિબંધ અથવા અટકાવ થાય નહીં, એવા શૂન્યાવકાશ સ્થળમાં અવશ્ય તેઓને પડવા દેવા જોઈએ. જારે વાયુનો પ્રતિબંધ પદાર્થઉપર હોતો નથી, તારે તેઓની અધોગતિ શી રીતે થાયછે તે રૂપેઓ અને પિછાના પ્રખ્યાત પ્રયોગથી સારીપેઠે સમજાયછે. (૨૫) મી આકૃતિમાં (અ) કાચનું ગ્રાહક છે, અને વાયુ અંદર જઈ રહે નહીં એવી રીતે એના માથાઉપર પિતળનું ઢાંકણું બેસાડેલું છે. એ ઢાંકણાની અંદર આરપાર એક તાર એવી રીતે જવાદે કે તેમાંથી પણ વાયુનો પ્રવેશ થાય નહીં. તથા એક નાહાની ચીપ તે તારને આધારે એવી રીતે ગામ્પ કે, તારને ફેરવ્યા કે લાગલીજ તેનાઉપર જે વસ્તુ હોય તે નીચે પડે; એ ચીપના ઉપર (૩) રૂપેઓ અને (ક)



આકૃતિ ૨૫. પિછું મુક, અને પછી વાતાકર્ષક યંત્રે કરીને કાચપાત્રને નિર્વાત કર, અને તાર એવી રીતે ફેરવ કે ચીપ ઉપરથી તેઓ પડી જાય; એ પ્રમાણે ક્રીધાથી તે બેઉ પદાર્થ પાત્રને તળીએ એકી વખતે પડતા માલમ પડશે. વાયુનો થોડો એક આગ પાત્રની અંદર આવવા દીધો તો એ પ્રયોગમાં અંતર પડશે; એ પ્રમાણે થયાથી એ બેઉ પદાર્થના પડવામાં થોડો તફાવત જણાશે; રૂપિયા કરતાં પિછું મોડું પડશે; જો એ કરતાં વાયુ વધારે આવવા દીધો તો પિછાને અગાઉ કરતાં વધારે વાર

થશે, અને એજ પ્રમાણે જેમ જેમ વધતો આવવા દઈશું તેમ તેમ વધતું ધીમું પડશે; અને જો બધું પાત્ર ભરાય એટલો વાયુ આવવા દધ્યે તો બાહારના અને પાત્રની અંદરના વાયુમાં તેનું પડવું એકસરખા વખતમાંજ થશે.

એ ઉપરથી આપણને માલમ પડેછે કે જારે ગુસ્તા-કર્પકત્વનો વ્યાપાર વગર હરકતે એટલે તેના કાર્યને કાંઈ પણ પ્રતિબંધ થયાવિના થાયછે, તારે પદાર્થ ગમે તે વજનના અને ગમે તે જાતના પ્રકૃત્યંશથી બનેલા હોય તો-પણ, સઘળા પદાર્થઉપર તેનો વ્યાપાર એકસરખાજ બળે કરીને બનેછે. સો શેરનો એક સોનાનો ગણે શુન્યાવકાશ સ્થળમાં સોનાના વરખ અથવા કાગળના કડકા કરતાં જરી પણ વેહેલો અથવા મોડો પડશે નહીં.

સઘળી જાતના પદાર્થ વાસ્તવિક સરખા વેગથી પડે-છે, એ ઉપર કહેલી વાતઉપરથી ખુલ્લું માલમ પડેછે; માટે એ સામાન્ય વેગનો નિયમ જે સઘળી જાતના પદાર્થના પડવામાં એક સરખો છે તે સોધી કાઢાડવો અવશ્ય છે. એ સ્પષ્ટ છે કે જો એક ગોળી ઉંચા સ્થળઉપરથી પડતી સુકી, તો પછી ગુસ્તાકર્પણના બળથી એક વાર જે ગતિ તેને વિશે ઉત્પન્ન થશે, તે, ગતિ ઉત્પન્ન કરનાર કારણ બંધ પડશે તોપણ જારી રહેશે. દૃષ્ટાંત, જો તે ગોળી પડતી પડતી અર્ધે આવે તારે તેઉપરથી ગુસ્તાકર્પણનું બળ દૂર કરાય તો, ચલનના પેહેલા નિયમ પ્રમાણે એકજ વાર પથ્થરઉપર આઘાત દીધાથી તે જેમ ચાલ્યા કરેછે તેજ પ્રમાણે તેમાં દૂર

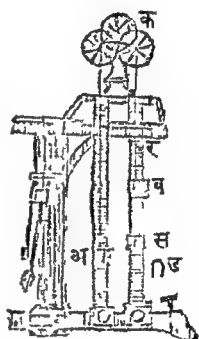
પર એક સરખી વર્ધમાન ગતિ.

કરતી વખતે જોઈલો વેગ હરો તેટલાજ વેગથી તે આગળ ગમન કરશે. ગુસ્તવાકર્ષણનું બળ કાંઈ બંધ પડતું નથી, માટે તે ગોળી દર એક તમુ ઉતરતી જાયછે. તેમ તેમ તેમાં ગતિની વૃદ્ધિ થાયછે. જો પેહેલા સેકન્ડમાં તે ૧૬ ફુટ અને એક ઇંચ નીચી ઉતરે, તો પછી તેમાં એટલો વેગ ઉત્પન્ન થયો હોયછે કે બિજા સેકન્ડમાં તે પેહેલાં કરતાં ત્રણ, ત્રિજમાં પાંચગણા, ચોથામાં સાતગણા અને પાંચમાં નવગણા વેગે પડશે; અને એ પ્રમાણે આગળ પણ તળિયાની પાસે આવેછે તારે તે ગોળી વર્ધમાન ગતિએ અને અધિક વેગમાને પડેછે તેનું કારણ એથી માલમ પડેછે. એ ઉપરથી પદાર્થને પડવામાં જે વખત લાગેછે તે સેહેલથી જણાયછે; કેમકે તે પેહેલા સેકન્ડમાં જોઈલું નીચે ઉતરેછે તે કરતાં ચોગણું ઉતરવાને બે સેકન્ડ, અને નવગણું ઉતરવાને ત્રણ, અને સોળગણાને ચાર સેકન્ડ લાગેછે; અને આગળ પણ એજ પ્રમાણમાં ઉતરેછે. માટે પદાર્થને પડતાં જોઈલાં સેકન્ડ લાગ્યાં હોય તેઉપરથી, પદાર્થ કેટલું ગમન કીધું તે જણાવું હોય તો, તે સેકન્ડના આંકડાના વર્ગને પેહેલા સેકન્ડમાંહિના ગમને ગુણવો, એટલે તે ગુણાકાર તે અંતર ખરોખર થશે.

એક સરખી વર્ધમાન ગતિ.—આપણે ઉપર એવું દેખાડ્યુંછે કે, જો પદાર્થ સ્થિર અવસ્થામાંથી ગુસ્તવાકર્ષણ કરીને પડેછે તારે, જાંહાંસુધી તે વગર હરકતે પડ્યો ચાલ્યો જાયછે તાંહાંસુધી તેનો વેગ ઉત્તરોત્તર વધતો થતો જાયછે. જે પદાર્થો સ્વતંત્રતાએ પડેછે તેની એ-

વી તો ત્વરિત ગતિ હોયછે કે ગતિનું માન સારીપેઠે માલમ પડતું નથી; તેટલા માટે તેના વેગની વૃદ્ધીનો નિયમ કાયમ રહે અને તેનો વેગ ઓછો થાય એવી કાંઈ સુક્તિ કરવી જોઈએ, તે પદાર્થનો વેગ સારીપેઠે માલમ પડે એવા લીસા ઢોળાવ ઉપરથી તેને ગળગળાવી, અથવા આદ્વુડ સાહેબે જે યંત્ર બનાવેલું છે તેથી એ કાર્ય સિદ્ધ થાયછે. ૨૬ મી આકૃતિના નકાશા પ્રમાણે એ યંત્રમાં એક ઉભો થાંભલો છે. (અ) અને (વ) સરખા મહત્વના બે વજનો છે, આકૃતિ. ૨૬.

અને તે આરસ્પરસને ખરોખર સમતોલ રાખેછે; અને જે રેશમની દોરી (ક) ધરેડીઉપરથી જાયછે તેના બંને છેડાએ તે વજનો બાંધેલાં છે. તે કપીનો આંસ ધર્ષણ કમી કરનાર ચમ્પોઉપર બેસાડેલો છે, માટે ધર્ષણનું કાર્ય ઘણું કરીને માલમ પડતું નથી. (ર) એક કડી છે તેમાંથી (વ)



વજન આરપાર જાયછે, અને (સ) ચીપ છે તેનાઉપર તે વજન નીચે ઉતરતાં ચઢકી જાયછે. કડી અને ચીપ એ બેઉ નીચે ઉપર ખસેડાયછે, અને એક જાતના મળસૂત્રે કરીને મરજી આવે તાંહાં તેઓને સ્થિર રખાયછે. તે થાંભલાઉપર રહેલ પાડેલું હોયછે, અને (ડ) વાંકો વાળેલો ધાતુનો સળિઓ છે. તેની લંબાઈ (ર)

કડીના બ્યાસ કરતાં વધારે છે. એ યંત્ર ઉપયોગમાં લેતી વેળાએ (વ) વજનને સ્કેલ વાળા થાંભલાની ટેન્સિયમી ઉપર ખેંચી રાખેલું હોયછે, તથા કડી અને ચીપની વચ્ચેમાં કેટલાએક ઇંચનું અંતર રાખેછે; પછી (ઢ) નાહાના વજનને (વ) વજનઉપર મુકેછે એટલે તે ધોમે રહીને નીચે ઉતરવા માંડેછે : જારે તે ઉતરતાં ઉતરતાં કડી આગળ આવી પોહોંચેછે, તારે (ઢ) નાહાનું વજન કડીઉપર રહી જાયછે અને એ પ્રમાણે (અ) અને (વ) ખંને વજનો અરસરસ ખરોખર થાયછે. હવે એ ધ્યાનમાં લેવું જોઈએ કે (ર) કડીસુધી (વ) પદાર્થ નીચો ઉતરેછે, તાંહાંસુધી (ઢ) વજનનાઉપર જે ગુરુત્વાકર્ષણનું કાર્ય થાયછે તેણે કરીને તેને વીરો ગતિ ઉત્પન્ન થાયછે; પછી ગુરુત્વાકર્ષણનું બળ બંધ પડેછે, અને તેને વિરો આગળ થકી જે વેગ ઉત્પન્ન થયો હોયછે તેણે કરીને તે ચીપતરફ નીચે ઉતરેછે. એ યંત્રની સુચંત્રતા સમજવાસારુ એ જાણવું જોઈએ કે, જે પદાર્થો આકર્ષણ પામેછે તેઓના વેગ એ વાયુનો પ્રતિબંધ નહીં હોય તો ખરોખર થાયછે એવું ધારેલું છે, પછી તે પદાર્થ મોટો હો કે નાહાનો હો. એટલા માટે બિજા અપ્રવાહી પદાર્થ ગમે તેટલા મોટા હશે તોપણ તેઓને મોટા (વ) વજનઉપર જે નાહાનું (ઢ) વજન મુકેલું છે તે પ્રમાણે સમજતાં બિજા પદાર્થ સ્વતંત્રતાએ આકર્ષણ પામેછે તેઓની સાથે જોતાં એનું ઉતરવું ધોમે થાયછે તે માત્ર એની ગતિને ખરોખર પામવાસારુ છે, કેમકે એ યંત્રથી વેગની વૃદ્ધિનો નિશ્ચય થાયછે, પદાર્થ જે

વેગે પડે છે તેનો કાંઈ નિશ્ચય થતો નથી. હવે બિજા પદાર્થ જે નિયમને અનુસરીને પડે છે, તેજ નિયમથી જો પદાર્થ આવી રીતે પડે તો, આ વાત સેહેજ ધ્યાનમાં આવશે કે, તેના ધીમે પડવાથી ગણિતમાં કાંઈ અંતર પડશે નહીં; અને આગળ એ જાણવેલું છે કે હરકોઈ પદાર્થ પેહેલા સેકંદમાં જોડલો પડે છે તે અંતર જાણવાથી સઘળું ગણિત થાય છે. એ ઉપરથી એવું નિકળે છે કે પેહેલા સેકંદમાં હરકોઈ પદાર્થ ફેરવો નીચો ઉતરે છે તથા બિજા, ત્રિજા, ચોથા, પાંચમાં ઇત્યાદિ સેકંદોમાં પેહેલા કરતાં ફેરલાગણું વધારે પડવું થાય છે એ બંને જાણવાથી, ગમે તેટલાં સેકંદમાં તે પદાર્થ ફેરવો પડશે તે જાણ્યામાં આવશે. તેટલા માટે જે આંદોલકનો સેકંદે સેકંદે અવાજ થાય છે એવા આંદોલકથી પેહેલા બિજા ત્રિજા સેકંદોમાં (બ) પદાર્થ ફેરલા ઇંચ ઉતર્યો એ જાણવાથી દર એક સેકંદે તે પદાર્થનું ફેરલાગણું વધારે ઉતરવું થયું તે બરોબર માલમ પડશે; પછી તે નિયમ બિજા પદાર્થ જે પતન પામે છે તેના ઉપર પણ લાગુ થશે; અને એજ કામને માટે એ યંત્ર છે. જે વેગ કરીને પદાર્થ પડે છે તેમાં ગુસ્ત્વાકર્ષણના બળે કરીને તે ફેરવો નીચો ઉતરે છે તથા પૂર્વે તેને વિરો પ્રાપ્ત થય્યા વેગથી તે ફેરવો પડે છે તે પણ એ યંત્રથી જાણાય છે; કેમકે ગુસ્ત્વાકર્ષણનું બળ, તે વજન ઉતરતું ઉતરતું કડી-સુધી આવે છે તાંહાંસુધી તેને વિરો ગતિ ઉત્પન્ન કરે છે; તારપછી તેમાં પેહેલાં જે વેગ ઉત્પન્ન થયો હોય છે તેટલા વેગથી તેની ગતિ જારી રહે છે.

એ યંત્ર વડે ઓકસાધથી કીધેલા પ્રયોગોથી એ સિદ્ધ થયુંછે કે, પદાર્થને પડવાને જે કાળ લાગેછે તેના ન્ને બરોબર, જાણે કે સેકંદમાં ભાગ કીધા, તો પ્રત્યેક સેકંદમાં તે જેટલું જેટલું ગમન પામશે તે, ૧, ૩, ૫, ૭, ૯, ઇત્યાદિ. એ એકીના આંકડાના પ્રમાણમાં થશે. એ વાત ખુલી રીતે ધ્યાનમાં આવે માટે મનમાં આણે કે એક પદાર્થને પડતાં, ૧, ૨, ૩, અને ૪ સેકંદ લાગેછે; તારે તે પદાર્થ જેટલો દૂર પડશે તે એ આંકડાના વર્ગથી એટલે, ૧, ૪, ૯, અને ૧૬ એ અક્રોથી બતાવ્યામાં આવશે, કેમકે એકનો વર્ગ ૧×૧ બરોબર એક છે, અને બેનો વર્ગ ૨×૨ બરોબર ચાર છે, અને એ પ્રમાણે આગળ પણ. બિજા સેકંદમાં તે પદાર્થ કેટલો પડેછે તે જાણવાસારૂં બે સેકંદમાં તે જેટલું ગમન પામેછે તેમાંથી પેહેલા સેકંદનું ગમન બાદ કર; એટલે ચાર જે બે સેકંદનું પડ્યું તેમાંથી પેહેલા સેકંદનું પડ્યું જે એક તે બાદ કર, પછી જે બાકી રહેશે તે બિજા સેકંદનું અંતર થશે; પછી (૯) જે ત્રણ સેકંદનું પડ્યું તેમાંથી ચાર બાદ કર એટલે પાંચ જે બાકી રહેશે તે ત્રિજા સેકંદમાં તે પદાર્થ જેટલો પડશે તે બતાવશે; ૧૬ માંથી નવ બાદ કર એટલે બાકી સાત રહેશે તે ચોથા સેકંદનું અંતર થશે; અને આગળ પણ એ પ્રમાણે જાણવું. તારે એકપરથી નિકળેછે કે પેહેલા સેકંદમાં તે પદાર્થ અમુક અંતર પડેછે, બિજા સેકંદમાં તેથી ત્રમણું, ત્રિજામાં તેથી પાંચગણું, ચોથામાં સાત-

ગામ્નું અને આગળ પણ દમેશાં એક પ્રમાણમાં પડ્યો તાપડે.

મધ્યના પદાર્થ અળ ક્રિયા અગળ હોય તોપણ તેના ઉપર ગુસ્ત્યાકર્પણનો આપાર સદાકાળ બરોબર થાયડે; પદાર્થ પડેડે તારે તેનો વેગ તેના આપ્યા ભાગેમાં એકસરખો વધતો જાયડે એઉપરથી તે પાત સાફ માલમ પડી આવેડે. જે બળનો નિરંતર અને એકસરખો આપાર બનેડે તેથી એકસરખી વર્ધમાન ગતિ ઉત્પન્ન થાયડે, એ વાત નીચેના વિચારથી સાફ ધ્યાનમાં આવશે.

મનમાં આણુકે (અ) પદાર્થ જે ક્ષણે પડવા માંડેડે તે ક્ષણે ગુસ્ત્યાકર્પણની પ્રેરણાથી તેનામાં એકનો વેગ ઉત્પન્ન થાયડે, હવે બિન્ને ક્ષણે તેને વિશે જે પ્રેરણા થશે તે પણ એકનીજ થશે; તેટલામાટે તે બેના વેગથી અલગ પામશે, અને ત્રિજે ક્ષણે ત્રણના વેગથી, અને એ પ્રમાણે આગળ મેણું; કારણ કે પ્રથમ વેગ કાંઈ નથી પ્રેરણાથી ક્રમી થતા નથી. એઉપરથી નિક્કેડે કે, જે પ્રેરણાઓ બરોબર અને સમાન વખતે થાય તો, એકસરખી વર્ધમાન ગતિ ઉત્પન્ન થશે, અને વેગ કાળના પ્રમાણમાં થશે; તેમાટે જે પદાર્થ દેટલાએક વખતસુધી સરખા વેગથી પડે તો, તે જેટલું અંતર કાપશે તે, વખત અને વેગ એ બેઉની સાથે પ્રમાણમાં થશે. એમ ધાર કે ૨૭ મી આકૃતિમાં સમાંતરબાણુઓબુણની એક બાણુ પદાર્થની ગતીનો વખત દેખા-

આકૃતિ. ૨૭.

અ		ફ
વ		ગ
ક		હ
ડ		ચ
ઙ		લ

ડેઝે, અને બિજા બાજુ પદાર્થ
ને એકસરખા વેગથી ચલન પા-
મેછે તે વેગને દેખાડેછે; તારે
તે સમાંતરબાજુઓખુણથી તે વ-
ખતમાં ને ગમન થશે તે માલમ
પડશે. (અ) લિટીના, વકડ

ધ્યાદિ બિંદુઆગળ ગમેતેટલા બરોબર ભાગ કર,
અને એ બિંદુઓથી અફ, વગ, વહ ધ્યાદિ બરોબર
સીધી લિટીઓ દોર, પછી જો, અવ, વક, કડ, ધ્યાદિ
વખતના બરોબર સતત ભાગ દેખાડે, અને અફ,
વગ, વહ, ધ્યાદિ પદાર્થ ને સમગતિએ ચલન પામેછે તે
ખતાવે તો, અગ, વહ, કચ, ધ્યાદિ સમાંતરબાજુઓ-
ખુણો તે, તે વખતમાં નેટલું ગમન થશે તે ખતાવશે; અને
(અ) ને કાળ ખતાવેછે તે વખતમાં ને ગમન થશે
તે, અફલહ, એ સમાંતરબાજુઓખુણથી માલમ
પડશે. હવે ફરીથી ધાર કે કોઈ એક પદાર્થ આગળ
પ્રમાણે સમ ગતીથી (અવ) (વક) (કડ) ધ્યાદિકે વતી
દેખાડેલા વખતના બરોબર ભાગમાં બાજો ન પડતાં

આકૃતિ. ૨૮.

અ		ફ	
વ		ગ	હ
ક		ચ	લ
ડ		ન	મ
ઙ			ય

ચલન પામેછે, (આકૃતિ, ૨૮) મી,
પણ વખતનાં પ્રત્યેક ભાગને
અંતે તેનો વેગ વધેછે; ધાર કે
ને વખતમાં તે (અ) થી તે
(વ) સુધી જાયછે તે વખત
તેનો વેગ (અફ) નેટલો હોયછે.
ને વખત તે (વ) થી તે (ક)

સુધી ચલન પામેછે તે વેળાએ તેનો વેગ (વહ) જોડ્યો હોયછે, અને એ પ્રમાણે આગળ પણ. હવે જો જીદાં જીદાં સમાંતરખાણુઓપુણો તૈઆર કીધાં તો, (અવ) વખતમાં જે ગમન થશે તે (અવ) સમાંતરખાણુઓપુણ-થી, અને (વક) વખતમાં જે ગમન થશે તે (વચ) સમાંતરખાણુઓપુણથી માલમ પડશે; અને એજ પ્રમાણે આગળ પણ.

કુવા વગેરેની હંડાઈ, પદાર્થ જે નિયમથી પડેછે તે ઉપરથી માલમ પડેછે, તે થકી એ વિષય મનોરંજક થાયછે. જે પથ્થરને કુવામાં લાખીએ અને તેને નીચે સુધી પોહોંચતાં જે વંખત લાગે, તે ઓકસાઈથી તપાસીએ, તો હમણાં જે મૂળતત્વોનું નિરુપણ કીધુંછે તે ઉપરથી તેની હંડાઈ જાણ્યાંમાં આવશે. મનમાં આણુ કે પથ્થરને કુવાને તળીએ પોહોંચતાં ખરોખર ચાર સેકંદ લાગ્યાં,

તો પેહેલા સેકંદમાં ૧૬ ફુટ પડશે

બિજામાં, ૩×૧૬ એટલે ૪૮ ફુટ પડશે

ત્રિજામાં, ૫×૧૬ એટલે ૮૦ ફુટ પડશે અને

ચોથામાં, ૭×૧૬ એટલે ૧૧૨ ફુટ પડશે અને

તેટલાં માટે કુવાની હંડાઈ ૨૫૬ ફુટ થશે.

એજ રૂળ, નીચે લખેલી રીત જે ઘણી સહેલમાં યાદ રહે એવી છે, તેથી ઉત્પન્ન થાયછે; તે રીત એ કે, પદાર્થનું પડવું કાળના વર્ગના પ્રમાણમાં થાયછે. હવે પથ્થરને કુવાને તળીએ પોહોંચતાં ચાર સેકંદ લાગેછે તેટલાં માટે ચારનો વર્ગ જે ૧૬ તેને તે પથ્થરનું પડવું

આકૃતિ. ૨૭.

અ		ફ
વ		ગ
ક		હ
ક		ચ
હ		લ

ડેછે, અને બિહા બાણ પદાર્થ
ને એકસરખા વેગથી ચલન પા-
મેછે તે વેગને દેખાડેછે, તારે
તે સમાંતરબાણચોખ્ખુથી તે વ-
ખતમાં ને ગમન થશે તે માલમ
પડશે. (અ) લિટીના, વકડ

ધ્યાદિ બિંદુઆગળ ગમેતેલા ખરેખર ભાગ કર,
અને એ બિંદુઓથી અફ, વગ, વહ ધ્યાદિ ખરેખર
સીધો લિટીઓ દોર, પછી જો, અવ, વક, કડ, ધ્યાદિ
વખતના ખરેખર સતત ભાગ દેખાડે, અને અફ,
વગ, કહ, ધ્યાદિ પદાર્થ ને સમગતિએ ચલન પામેછે તે
ખતાવે તો, અગ, વહ, કચ, ધ્યાદિ સમાંતરબાણચો-
ખ્ખુથી તે, તે વખતમાં નેટલું ગમન થશે તે ખતાવશે; અને
(અ) ને કાળ ખતાવેછે તે વખતમાં ને ગમન થશે
તે, અફલહ, એ સમાંતરબાણચોખ્ખુથી માલમ
પડશે. હવે ફરીથી ધાર કે કોઈ એક પદાર્થ આગળ
પ્રમાણે સમ ગતીથી (અવ) (વક) (કડ) ધ્યાદિકે વતી
દેખાડેલા વખતના ખરેખર ભાગમાં આજો ન પડતાં

આકૃતિ. ૨૮.

અ		ફ	
વ		ગ	હ
ક		ચ	લ
ક		ન	મ
હ			ય

ચલન પામેછે, (આકૃતિ, ૨૮)ની,
પણ વખતના પ્રત્યેક ભાગને
અંતે તેનો વેગ વધેછે; ધાર કે
ને વખતમાં તે (અ) થી તે
(વ) સુધી જાયછે તે વખત
તેનો વેગ (અફ) નેટલો હોયછે.
ને વખત તે (વ) થી તે (ક)

સુધી ચલન પામેછે તે વેળાએ તેનો વેગ (વહ) જોડલો
હોયછે, અને એ પ્રમાણે આગળ પાલુ. હવે જો જીદાં
જીદાં સમાતરખાજીઓખુણો તૈઆર કીધાં તો, (અવ)
વખતમાં જે ગમન થશે તે (અવ) સમાતરખાજીઓખુણ-
થી, અને (વક) વખતમાં જે ગમન થશે તે (વચ)
સમાતરખાજીઓખુણથી માલમ પડશે; અને એજ પ્રમા-
ણે આગળ પાલુ.

કુવા પગેરની ઉંડાઈ, પદાર્થ જે નિયમથી પડેછે તે-
ઉપરથી માલમ પડેછે; તે થકી એ વિષય મનોરંજક
ધાયછે. જે પથરને કુવામાં લાખીએ અને તેને નીચે-
સુધી પોહોંચતાં જે વખત લાગે, તે ચોકસાઈથી તપા-
સીએ, તો હમણાં જે મૂળતત્વોનું નિરૂપણ કીધુંછે તે ઉ-
પરથી તેની ઉંડાઈ જાણ્યામાં આવશે. મનમાં આણુ
કે પથરને કુવાને તળીએ પોહોંચતાં જરોખર ચાર સેકંદ
લાગ્યા,

તો પેહલા સેકંદમાં ૧૬ ફુટ પડશે

બિજામાં, ૩૪૧૬ એટલે ૪૮ ફુટ પડશે

ત્રિજામાં, ૫૪૧૬ એટલે ૮૦ ફુટ પડશે અને

ચોથામાં, ૭૪૧૬ એટલે ૧૧૨ ફુટ પડશે અને

તેટલા માટે કુવાની ઉંડાઈ ૨૫૬ ફુટ થશે.

એજ રૂળ, નીચે લખેલી રીત જે ઘણી મેહલમાં
યાદ રહે એવી છે, તેથી ઉત્પન્ન થાયછે; તે રીત એ કે,
પદાર્થનું પડવું કાળના વર્ગના પ્રમાણમાં થાયછે.
હવે પથરને કુવાને તળીએ પોહોંચતાં ચાર સેકંદ લાગેછે
તેટલામાટે ચારનો વર્ગ જે ૧૬ તેને તે પથરનું પડવું

જે પેહેલા સેકંદમાં ૧૬ ફુટ થાયછે, તેણે શુણીએ તો, આગળ પ્રમાણેજ ફળ પ્રાપ્ત થશે, કેમકે $૧૬ \times ૧૬ = ૨૫૬$.

અડકનું દેખું ઉંચા પર્વતના શિખરઉપરથી છુટું પડેછે, તારે પ્રથમ તે ધીમે ધીમે પડેછે, પણ તે જેમ જેમ નીચેની તરફ આવતું જાયછે તેમ તેમ તેનો વેગ ઉત્તરોત્તર વધતો થતો જાયછે, અને પ્રત્યેક ક્ષણે નવી ગતિ અને વેગમાન એટલાં તો વધતાં જાયછે કે આખરે તેના અજથી માર્ગમાં જે જે પ્રતિબંધ આવેછે તે તેની સાથે ધસડાઈ જાયછે.

પદાર્થ પડતો પડતો નીચો આવેછે તેમ તેમ તેનો વેગ વધતો જાયછે એ વાત, તેજ, દીવેલ અથવા તેવા બિંબ પદાર્થની ધારઉપરથી માલમ પડેછે. જો સારીપેઠે ઉંચાઈ ઉપરથી ધાર પડવા માડે, અને તેનો વ્યાસ વાસણમાંથી નિકળતી વેળાએ આસરે જે ઇંચિનો હોય, તો તે તંબીએ પોહોંચતાં પોહોંચતાંમાં સૂતર જેવી ઝીણી થઈ જાયછે; પણ જેવી તેની જડાઈ ધટતી જાયછે તેવો તેનો વેગ વધતો જાયછે, કેમકે ધાર જે વાસણમાં પડેછે તે ઘણું જલદીથી ભરાયછે. માણસ પોતાને કાંઈ ઇંચ નપોહોંચાડતાં ખુરસીઉપરથી ભુસકો મારી સકેછે; પણ જો તે ઉંચી બારીએથી ભુસકો મારવા આહારો તો ઘણું કરીને તેનો હાથ પગ ભાંગરો; વળી એ કરતાં જો તે છાપરાઉપરથી મારરો તો જમીનને પોહોંચતાં પેહેલાં તેનો વેગ એટલો તો વધો જશે કે, પડવાથી તેનો ભુકે ભુકો થઈ જશે.

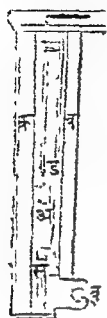
અસલના લોકો હમારને કામમાં લાવતા હતા તે એક

બળના સંચયનો દાખલો છે; તે યંત્ર એક મોટા લાકડાના કકડાથી બનતું, અને તેને એક છેડે પિત્તળ અથવા લોહોડું જડતા; પછી વગર હરકતે ઝુલ્યા ખાય માટે તેને દોરડે અથવા સાંકલે વતી થોડે એક ઉંચે ઠાંગતા, પછી ધણું માણસ એકઠાં થઈને તેને હલાવતા, અને જરે તેમાં ધીમે ધીમે વધીને કેટલો એક વેગ ઉત્પન્ન થતો, તારે રોહિરના અથવા કિલાના કોયેને પાડવા-સાર તેના ઉપર અકાળતા. ગુસ્તવાકર્ષણના બળથી પદાર્થનો વેગ પડતી વખતે જે પ્રમાણે લંબ માર્ગમાં વધે છે, તેમજ આ ડેકાણે ધણું માણસોના જોરથી ક્ષીતિજન્ય સૂત્ર માર્ગમાં તેનો વેગ વધતો હતો.

પૃથ્વીમાં લાકડાં વગેરે ધાલીને જમીનને સકત કરવા-સાર જે યંત્ર છે, તે નીચેની તરફ અથવા લંબ માર્ગમાં જે બળ થાય છે તેના સંચયનો એક દાખલો છે.

એ યંત્રમાં (અ) કઠણ લાકડાનો ધણો ભારી કડકો છે, (આકૃતિ ૨૯ મી), અને એનો આકાર ધોભીના કોટીલા જેવો છે; તથા તે, (બ) અને (ક) ઉભા થાંભલાની ઉપરનીએ સરકી રહે છે. જરે ખુંટા જમીનમાં ઉતારવાના હોય છે તારે જે દોરડું (વ) ચક્ર, જેને ઇંગ્રેજમાં વિન્ડલાસ્ કહે છે, તેની સાથે બાંધેલું હોય છે, તેની સહાયતાથી તે કોટીલાને થાંભલાની યોગ્ય સુધી ઉપર ખેંચે છે અને એક રોહિલ યુક્તિથી (ડ) આંકડા-માંથી તેને કાઢાડી નાખે છે, એટલે તે (સ) ખુંટા ઉપર પડે છે. હવે મનમાં આણુ કે કોટીલાનું વજન ૫૦૦ રોરનું છે, અને તે દર સેકન્ડે આઠ ફુટ પ્રમાણે પડે છે;

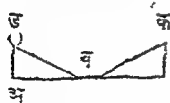
આકૃતિ ૨૯. તેટલા માટે તે ૪૦૦૦ ના વેગમાને વતી



નીચે પડશે, કેમકે તેનું વજન જે ૫૦૦ શેર છે તેને, તેનો વેગ જે આઠનો છે તેણે ગુણ્યાથી ૪૦૦૦ થાયછે; અને તે જા-
હાંથી પડેછે તે ઉંચાઈ જેમ જેમ વધતી જાયછે તેમ તેમ તેનું વેગમાન ઇમ્માને જે બળથી તે લાકડાના ખુંટા ઉપર અથડાયછે તે બળ અધીક થતું જાયછે.

જેમ ભારી પદાર્થોના વેગ નીચે પડતી વેલાએ એકસરખા વર્ધમાન થાયછે, તેમ ચઢતી વેલાએ ગુસ્ત્તાકર્ષણના બળથી તેઓના વેગ એકસરખા ક્ષીયમાણ થાયછે. જે પથથરને કોઈ ઉંચા સ્થળની ટોચ સુધી ઉપર ફેંકવો હોય તો તે સ્થળથી તે ભુંદ સુધી આવે તાંહાં સુધીમાં જેટલું બળ તેને વિરો ઉત્પન્ન થાય, તેટલા બળે તેને ઉપર ફેંકવો જોઈએ. (૩૦ મી આકૃતિ પ્રમાણે) (ક) પદાર્થને (અ) હોલાવની સફાઈ ઉપરથી (વ) લગી ગબડાવામાં જેટલો વખત લાગશે, તેટલા વખ-

આકૃતિ ૩૦. તમાં તેને વિરો એટલો તો વેગ ઉત્પન્ન થશે કે તેથી કરીને, (વક) જેટલીજ ઉંચાઈના (વક) હોલાવની (ક) ટોચની લગભગ તે જશે; પણ

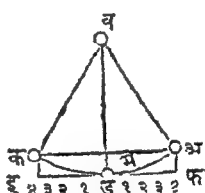


જો તે સફાઈ કેવળ લીસી હોય અને વાયુનો પ્રતિબંધ નડે નહીં તો, તે વેગે કરીને તે છેક ઉપરની ટોચસુધી જશે. અને આંદોલક પણ એજ મૂળતત્ત્વના આધાર ઉપરથી બનેલું છે.

નાહાની દોરીએ અથવા તારે એક ગોળાકાર પદાર્થ લ-
ટકતો મુકેછે તેને આંદોલક કહેછે; જો તેને ૩૧ મી આકૃતિ
પ્રમાણે (અ) લગી ખેંચીને મુકી દીધો તો, તે (ક)
મુધી નીચો ઉતરેછે, અને તે પતનથી તેને વિરો
જે વેગ ઉત્પન્ન થાયછે, તેથી તે જોડાઈ ઉંચેથી ઉતર્યો
તેજાજી ઉંચે બિજી તરફ (ક) મુધી ચઢશે. એ કિ-
યાને આંદોલન કહેછે. અને જો આંદોલકને નિર્વાત
સ્થળમાં મુકીને ગતિમંત કરીએ, અને તે સમગ્ર પ્ર-
તિબંધથી અને આધાર બિંદુ ઉપર જે ધર્પણ થાયછે
તેથી રહિત હોય તો, તે સદાકાળ ચલન પામ્યા કરશે.
આંદોલકના પડવાથી આંદોલન ઉત્પન્ન થાયછે; જો એજ
આકૃતિમાં (વક્ર) લિટી ક્ષિતિજ

રેખા ઉપર લંબ હોય અને
(ક) તેની સાથે સમાંતર
હોય તો તેને (ક) થી તે અ
મુધી ઉંચો આણ્યાથી તે વા-
રતવિક્ક (અ) લંબોઆધ
જોડાઈ ઉંચો ચઢશે; અને (અ)
થી તે (ક) મુધી પડત તેવારે
જોડાઈ વેગ ઉત્પન્ન થાત, તેજાજી વેગે (અમક) વાંકી
કર્ણ લિટીમાં તે (અ) થી તે (ક) મુધી નીચે ઉતરશે.
કુદું પણ એક આંદોલક ગમે તેટલી જુદી જુદી લં-
બાઈના કૌસમાં ચલન પામે તોપણ આંદોલન બરોબર
વખતમાંજ બનેછે; માત્ર એટલુંજ થવું જોઈએ કે તે
કૌસની લંબાઈ કાંઈ એક હદ છે તેની બાહાર જાય

આકૃતિ ૩૧.



નહીં. અને આ ઉપર કહેલો અભયમ જોઈ શુભ
 આંદોલકમાં છે, તેથી કરીને કાળનું પરિમાણ કાઢાડવાના
 કામમાં એ ઘણું ઉપયોગી પડે છે. આંદોલન થતી
 વેલાએ વાણનો પ્રતિબંધ તેને થાય છે તેથી કરીને ઉત્ત-
 રોત્તર તેનું જોર નરમ પડતું જાય છે; તથા જે કૌસમાં
 આંદોલકનું ગમન થાય છે તે પ્રત્યેક કૌસ પણ પ્રથમ-
 ના કૌસ કરતાં ઉત્તરોત્તર નાહાનો થતો જાય છે; આં-
 દોલન નિરંતર ધીમાં થતાં જાય છે એવું છતાં પણ
 ચારથી તે ચાર સુધી અને ત્રણથી તે ત્રણ સુધી અને
 એ પ્રમાણે આગળ છેક બંધ પડી જાય તાંહાં સુધી
 તે ઝોલાના ગમનને જે વખત લાગે છે તેમાં ઘણુંજ
 અલ્પ તફાવત પડે છે. એક જાતની વાંકી લિટીમાં
 ખરોખર વખતે આંદોલન થાય છે, તે વાત પેહેલવેહેલી
 ગાલિલીયો સાહેબે સોધી કાઢાડી; અને એવું કહે છે કે
 પાઈસાના દેવલની છજે જે ઝુમ્મર યગેલું હતું તેને
 હાલતું જોયાથી તેના મનમાં એ વાતનો વિચાર ઉઠ્યો.
 ઝુમ્મરના ઝોલા ગમે તેવા મોટા નાહાના થતા હતા
 તોપણ દર એક આંદોલનને ખરોખર વખત લાગે છે
 તે જોયાથી એ વાતનો નિર્ણય કરવો એવું તેના મન-
 માં આણ્યું, અને તપાસ કિધાથી આંદોલન સમાન
 વખતમાં થાય છે એવું સિદ્ધ થયું.

ભાગ પાંચમો.

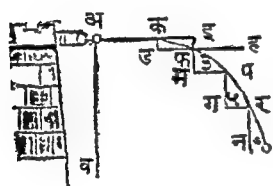
વાંકી લિટી માંહેના ચલન વિશે.

કોઈ પણ પદાર્થ ઉપર જરે એકજ બળની, અથવા મિશ્ર બળની, અથવા ગુસ્ત્વાકર્ષણના બળની પ્રેરણા થાયછે, તારે તે સી રીતે ચલન પામેછે, તેનું વર્ણન આગળના ભાગોમાં કીધુછે, તેથી શિષ્યનારાઓને વાંકી લિટીમાં જે ગમન થાયછે તેનું સ્વરૂપ સહેલથી સમજાશે. એ જાતની ગતિ તેના નામ ઉપરથીજ માલમ પડશે કે સીધીને સીધી આગળની તરફ અથવા કહ્યું લિટીમાં થતી નથી, પણ વાંકી લિટીમાં થાયછે; અને હરકોઈ ગતિમાન પદાર્થઉપર ગુસ્ત્વાકર્ષણનો વ્યાપાર થયાથી તેવી ગતિ ઉત્પન્ન થાયછે: પાણીનો ધોધવો અગાસીના નળમાંથી નિકળીને જમીન ઉપર પડેછે તે વાંકી લિટીમાં ગમન થાયછે તેનું ઉદાહરણ છે; અને નળમાંથી પાણી વત્તે ઓછે વેગે પડેછે તે ઉપરથી તે વાંકી લિટીનો આકાર નાહાનો મોઢો થાયછે.

તોપથી છુટેલો ગોળો અથવા હાથે ફેંકેલો પથ્થર ગુસ્ત્વાકર્ષણનાં બળથી નીચેનો તરફ પડેછે, તે પણ વાંકી લિટીમાં જે ગમન થાયછે તેનો એક દાખલો છે, કેમકે આગળ લઈ જનાર બળ એકજ વાર થઈને બંધ પડેછે; પણ વાંકું વાળનાર બળની પ્રેરણા તો ક્ષણે ક્ષણે બનેછે, અને પ્રત્યેક ક્ષણે નવું નવું કાર્ય ઉત્પન્ન થય

વાંકી માર્ગમાં ગમન થાયછે : પથર ફૂંકિએ છેએ અથ-
વા ગોળી મારિએ છેએ તારે, વાયુના પ્રતિબંધે કરીને
હાથની અથવા દારૂની શક્તિ ક્ષણે ક્ષણે નરમ પડતી
જાયછે, તથા પાછલા ભાગમાં ખતાવ્યા પ્રમાણે ગુસ્તવાક-
ર્ષણના જોરથી પદાર્થનો વેગ વર્ધમાન થતો જાયછે;
અને તેણે કરીને પરિણામ એવો થાયછે કે સર્વ ડેકાણે
એ શક્તિના જોરથી ફૂંકેલો પદાર્થ વાંકી લિટીમાં ગમન
પામેછે.

આકૃતિ ૩૨.



મનમાં આણુ કે પાસેની
૩૨ મી આકૃતિમાં (અ) તો-
પથી તરત છુટેલો ગોળો છે,
તો પછી ગુસ્તવાકર્ષણનાં
બળથી (અવ) માર્ગમાં તે
ગોળો નીચેની તરફ ખેંચા-

રો, અને દારૂના જોરથી તે સામો (અક) માર્ગમાં જ-
રો, અને એવી રીતે તે પદાર્થ ઉપર એ પ્રેરણા થયાથી
તેઓના વ્યાપાર એક બિજાની વિરુદ્ધતામાં થશે; પણ
(અ) થી તે (વ) સુધી દારૂનું બળ ગુસ્તવાકર્ષણનાં બળ
કરતાં એટલું તો અધિક હોયછે, કે ગુસ્તવાકર્ષણનું
બળ કાંઈજ માત્રમ પડશે નહીં એવું ધાર્યું તો ચાલશે;
એટલા માટે તે ગોળો ફેરવે એક દૂર સુધી સીધા મા-
ર્ગમાં આગળ ચાલ્યો જશે. પણ ગુસ્તવાકર્ષણનું બળ
નિરતર થયા કરેછે તેથી (ક) આગળ દારૂનું બળ એ-
ટલું તો નરમ પડેછે કે, ગુસ્તવાકર્ષણના જોરથી તે ની-
ચે ઉતરવા માંડેછે એવું ધાર્યું તો ચાલશે; અને એવું

અથાથી જો (ક) થી તે (ઙ) સુધી જતાં જતાં તે ગોળો (કઙ) જેટલો નીચો ઉતરે તો તે (ફક) કર્ણ લિટીમાં અલ્પન પામશે, અને બિજા તેટલાજ વખતમાં (કઙ) કરતાં ત્રણગણા અંતરમાં અથવા (ફ) થી તે (મ) સુધી નીચો ઉતરશે, પણ દારનું બળ પેહેલાં કરતાં એટલું તો નરમ પડશે કે તે બળે કરીને માત્ર તે (હ) સુધી જશે; એટલામાટે તે પદાર્થ (પ) આગળ માલમ પડશે; અને વળી બિજા તેટલાજ વખતમાં પાંચગણું એટલે (ર) સુધી ઉતરશે, અને તેથી તે (ગ) આગળ આવશે; ષઠી બિજા તેટલાજ વખતમાં સાતગણું નીચે ઉતરશે અને તેથી તે (ન) આગળ જમીનઉપર આવીને તાંદાં અટકશે; અને એ ખુલ્લું છે કે (અ) ગોળો (ક) થી તે (ન) સુધી વાંકી લિટીમાં ગમન કરે છે તે વેળાએ તેના ઉપર બંને બળોનો સાથે વ્યાપાર થાય છે.

પાછળ એ વ્રાત જણાવી છે કે ગુસ્તાકર્પણનું બળ હમેશાં સરખું થાય છે, તેથી કરીને જે વાંકી લિટીમાં પદાર્થ પડે છે તેનો આકાર જે બળ તે પદાર્થને આગળ લઈ જાય છે તેને સ્વાધિન છે; એ બળ ગમે તેટલું હોય તોપણ, જો કોઈ પદાર્થને, જાણે કે એક લોપના ઓળાને ક્ષિતિજ રેખામાં ફેંક્યો તો, તે પદાર્થને જેટલી ઉંચાઈ ઉપરથી ફેંક્યો છે તેટલીજ ઉંચાઈ ઉપરથી ગુસ્તાકર્પણનાં બળે કરીનેજ માત્ર તેને પડવા દીધો હોત, તારે જેટલો વખત લાગત તેટલોજ વખત જમીનઉપર પોહોંચવાને તેવારે પણ લાગશે; એ વ્રાત વિચાર કીધાવિના અસંભાવ્ય લાગે છે ખરી, પણ આગળ લઈ જ-

નારાં બળથી ગુસ્તાકર્ષણનાં બળને જરી પણ હરકત પોહોંચતી નથી એ મનમાં આણ્યાથી તે વાત સહેજ-મા ધ્યાનમાં આવશે. જો એક સેકન્ડમાં ૧૦૦૦ ફુટના વેગથી ક્ષિતિજ રેખામાં ચલન પામે એવી રીતે તોપથી મોળાને ઉરાડ્યો તો, ગુસ્તાકર્ષણનું બળ તેટલીજ ઉચ્ચાઈ ઉપરથી એક સેકન્ડમાં ફક્ત ૧૦૦ ફુટના વેગથી ફેંકેલા બિન્ન મોળાને જેટલાં બળથી નીચેની તરફ આકર્ષણ કરશે તેટલાજ બળે તેને પણ કરશે; તેટલામાટે બરોબર અંતર ઉતરવાને બરોબરજ વખત લાગશે. જે બળે કરીને બેઉ મોળા ફેંક્યા હશે તે બળ પ્રમાણે તે બેઉનું પાસે આવે જવું થશે. જો એકને બિન્ન કરતાં વધારી પ્રેરણા કીધી હશે તો તે જેના ઉપર ઓછી પ્રેરણા થઈ હશે તેના કરતાં વધારે દૂર જશે; પણ તે બંને એકજ સમયે જમીનઉપર પોહોંચશે, કેમકે જે ધીમે ચાલેછે તેને થોડું અંતર કાપવાનું છે, અને જે ઉતાવળો ચાલેછે તેને વધારે જવાનું છે.

પદાર્થને ફેંકીએ છેએ તારે તે જે વાંકી લિટીમાં ચલન પામેછે તેને પરાજલા કહેછે, અને વાયુનો પ્રતિબંધ હિસાબમાં લીધો નથી તોપણ વ્યવહારિક કામમાં તેની સારી પેઠે અસર દીક્ષામાં આવેછે.

ભાગ છઠો.

ગુરુત્વમધ્ય વિશે.

પદાર્થના જે બિંદુમાં તેના ગુરુત્વનું અથવા વજનનું મધ્ય-
ગું બળ એકદું થાયછે, તે બિંદુને ગુરુત્વમધ્ય કહેછે.
તેટલા માટે તે બિંદુને જેનો આધાર તેના ઉપર તે આપ્પા
પદાર્થનો ભાર પડેછે; અને જ્યાં સુધી તેને આધાર મળેલો
હોયછે ત્યાં સુધી તે પદાર્થ પડતો નથી. કેમકે તેના
બધા અવયવ તે બિંદુની આસપાસ પૂર્ણ સમતોલમાં
હોયછે. જે આપણે લાકડીને આપણી આંગળી ઉપર
સમતોલ રાખવાને પ્રયત્ન કરીએ તો, થોડી એક વાર
અજમાવી જોતાંમાજ જે સ્થળ આગળથી બેમાંથી એક
છેડો નમી જતો નથી એવું સ્થળ આપણને હાથ લા-
ગશે; પછી લાકડીનો જે ભાગ આપણી આંગળી ઉપર
રહેછે તે ગુરુત્વમધ્યથી સીધો નીચો હોયછે.

જો પદાર્થ માત્ર ગુરુત્વાકર્ષણના બળે કરીનેજ પડેછે,
તો હરકોઈ પદાર્થના ગુરુત્વમધ્યથી તે પૃથ્વીના મધ્ય
તરફ એક લિટી દોરી એવી કલ્પના કીધી તો, તે લિ-
ટીના માર્ગમાં તેઓ પડશે, અને એટલામાટેજ તેને
ગુરુત્વરેષા કહેછે.

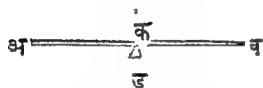
જે એક છેડાથી તે બિજા છેડાસુધી એકસરખી
જડાઈ અને દાર્ઘ્યતાની (અથવા) લાકડાની દાંડી અથવા

ધાતુના સળીઆને, તાજવાની દાંડી પ્રમાણે તેને મધ્ય-
બાગે ટાંકલીની આણીનો, અથવા તેના (ક) મધ્યની
નીચેના (ઢ) બિંદુનો આધાર આપ્યો, તો તેના બંને
છેડા એક એકને સમતોલ રાખશે, અને તે દાંડીને સ્થિર
રહેવાને બિન્ને કાંઈ આધાર જોઈશું નહીં. (આકૃતિ ૩૩ મી)

આકૃતિ ૩૩.

પાછળ કહેલા ગુસ્તાકર્પણના

નિયમ પ્રમાણે એ વાત બ-



નેછે, કેમકે પ્રત્યેક છેડામાં,

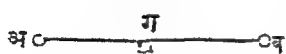
અથવા (અ) અને (ક) ની

વચ્ચે, અને (વ) અને ક ની વચ્ચે, પ્રકૃત્યંશ બરોબર
છે તેથી કરીને ગુસ્તાકર્પણ બરોબર થાયછે, અને તેટ-
લામાટેજ તે દાંડી સમતોલ રહેછે. એ વાત સારી ખેઠે
ધ્યાનમાં આવે માટે ધાર કે, (અ) અને (વ) બે બરો-

આકૃતિ ૩૪.

બર પરમાણુના પદાર્થો (અવ)

સીધા સળીઆને છેડે મુકેલા



છે (આકૃતિ ૩૪ મી); તારે

(અ) અને (વ) ની વચ્ચે વચનો બિંદુ તે પદાર્થોનું ગુરુત્વમ-
ધ્ય થશે, કેમકે એ ખુલ્લું છે કે (ગ) ને આધાર મળ્યો
તો બંને પદાર્થ તેની આસપાસ પોતપોતાની જગે સમ-
તોલ રહેશે. (ગ) ઉપર (અ) અને (વ) પદાર્થોના વજન
જેટલું દાખણ થશે; અને તેટલા માટે (અ) અને (વ)
આગળ બે પદાર્થ મુક્યા, અથવા તે બેના વજન જો-
ટલો એક પદાર્થ (ગ) આગળ મુક્યો, તો પણ કાર્ય એક-
સર ખુંજ થશે. ૩૫ મી આકૃતિ પ્રમાણે (અવક્રંડ)

ધ્રિયાદિ પદાર્થો એક નમે

આકૃતિ ૩૫.

નહીં એવા (અન) સજીઆ

સ

ઉપર સરખે અંતરે સુખ્યા

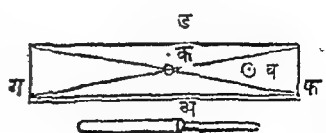
અવકહ ફચલમન

તો, તેનું પણ વિવેચન એજ રીતે ક્રીધામાં આવશે, એટલે (અ) અને (ન) નું દાખણ, તે બંનેને (સ) આગળ સુખ્યા હોત તારે. જેટલું થાત તેટલુંજ હમણા થશે; (વ) અને (મ) નું તેમને (સ) આગળ સુખ્યા હોત તારે થાત તેટલુંજ થશે; અને એ પ્રમાણે આગળ પણ; એટલાસારે (અવકહ) ધ્રિયાદિ પરમાણુઓનું દાખણ (અ+વ+ક+ધ્રિયા.+ફ+ચ+ધ્રિયા.) (સ) આગળ સુખ્યા હોત તારે જેટલું થાત તેના બરોબર થશે.

એ ખુલ્લું છે કે (અવકહ) ધ્રિયાદિ પરમાણુનો સ-મુદાય, જાંહાંસુધી તે એક બિન્દુ સાથે સંલગ્ન થાય તાંહાંસુધી વધી શકેછે; પછી આપણે એવી કલ્પના કરીએ કે, તેઓ એક ગુરુત્વરહિત સીધા, સજીયાથી એકદમ રહેલા છે, અથવા સ્નેહાકર્ષણના જોરથી બરોબર ધટ ધટ ગયાછે, તોપણ તે કાર્યમાં કાંઈ અંતર પડશે નહીં.

ઉપરનાં બંને ઉદાહરણોમાં ગુરુત્વમધ્ય અને મહત્વમ-ધ્ય એકજ છે; પણ જરે પદાર્થની દાર્દ્યતા સર્વ સ્થળે બરોબર હોયછે, તારેજ માત્ર એ પ્રમાણે બનેછે : ઉદાહ-રણ, જો (હ) ગણિ-યો સધળે સમાન દા-ર્દ્યતાનો રાખવાને બ-દલે, (ફ) થી તે (ક) સુધી તેનો એક છેડો

આકૃતિ ૩૬.



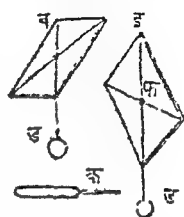
સીસે વતી અથવા હરકોઈ બારે પદાર્થે વતી બયોં હોય, અને બિજો છેડો (ક) થી તે (ગ) સુધી લાકડાનો હોય, તો (ફક) માં (ગક) કરતાં વધારે વજનના પરમાણુ થશે, અને તેટલામાટે (અ) ઠાંકલી તેના (ક) મધ્યમાં ખોસી તો ગળિયો (ફક) તરફ નમી જશે; પણ (વ) ખિંદુ જે તેનું ગુસ્તવમધ્ય છે, તે ખિંદુ આગળ ઠાંકલી ખોસી તો તે સમતોલ રહેશે; અને એ ઉપરથી માલમ પડશે કે ગુસ્તવમધ્ય (હ) ગળુઆના બરોબર મધ્ય ઉપર નથી. (આકૃતિ. ૩૬ મી.)

જે ખિંદુ આગળ પદાર્થને આધાર મેળે છે તેની નીચેની તરફ ગુસ્તવમધ્યનું હમેશાં વલણ રહે છે, તેથી કરીને જ હંચા ધાટનાં પદાર્થને સમતોલ રાખવાને અથવા આધાર આપવાને મુશ્કેલ પડે છે. પદાર્થ લટકતો હોય છે તારે ગુસ્તવમધ્યને જે નીચામાં નીચું સ્થળ મળી શકે, તે સ્થળ જે ખિંદુ આગળથી તે લટકે છે તેથી સીકું નીચું હોય છે, તેથી કરીને પ્રત્યેક પદાર્થ જે વગર હરકતે લટકે છે તેનું ગુસ્તવમધ્ય તે ખિંદૂની નીચે આવશે.

ગમે તેવા આકારના, પણ સરખી સફાઈના પદાર્થોનાં ગુસ્તવમધ્ય શોધી કાઢવાની નીચેની એક સેહેલી વ્યવહારિક રીતિ છે. મનમાં આવે કે (અ) એક પાટિયું છે, પછી તેના ગમે તે ખુણા આગળ જેમકે (પ) આગળ (વ) તાર દાખલ થાય એવો એક વેહે પાડ; તે તાર એટલો મજબુત જોઈએ કે પાટિયું તેને આધારે રહે તથા તેની આસપાસ ફરી શકે: ૩૭ મી આકૃતિ

જો. એવું થયાથી તે તાર પાટિયાનો આધાર બિંદુ થશે, અને તેજ તારઉપર જે આકૃતિ ૩૭.

ઝોળંખો ભેરવેલો છે તેની (જડ) દોરી ગુસ્તવરેખા દેખાડશે; પછી તે ઝોળંખાના માર્ગમાં કોઈએક સ્થળે તે પાટિયાનું ગુસ્તવમધ્ય આવશે. હવે ઝોળંખાની દોરીથી પાટિયા ઉપર જે લિટી થાય તે



દોરી રાખ, અને તેના બિંબ ગમે તે છેડા ઉપર જેમકે (ફ) આગળ તેવોજ એક બિંબો વેહે પાડ; અને અગાઉ પ્રમાણે તાર ધાલીને ઝોળંખો લટકાવ; પછી એથી જે (જડ) દોરી દીઠામાં આવશે તેના પણ કોઈએક ભાગમાં તેનું ગુસ્તવમધ્ય આવશે; પણ ગુસ્તવમધ્ય કાંઈ ખે રથળમાં રહી રાકતું નથી. માટે એ જે લિટિઓ (ફ) સ્થળ આગળ અસ્પર્શને છેદેછે તે બિંદુ તે પાટિયાનું ગુસ્તવમધ્ય બતાવશે.

હરકોઈ જાતનો પદાર્થ પોતાના ગુસ્તવમધ્યને આધાર મળ્યા શિવાય રિયર રહી રાકતો નથી, એ ઉપરથી એવું નિકળેછે કે, જે લિટી ગુસ્તવમધ્યથી પૃથ્વી તરફ લંબ દોરી, તે જો તે પદાર્થના પાયામાં પડે તો તે પદાર્થ પડશે નહીં. એ વાત સેહેજમાં ઉઠાવાય મેહેલાય એવા પદાર્થોએ કરીને સેહેજથી બતાવ્યામાં આવશે; પણ જરે પદાર્થો અચળ હોયછે તારે એ રીતિ લાગુ પડતી નથી; એવે પ્રસંગે તેઓનાં ગુસ્તવમધ્યનો નિશ્ચય ફક્ત પ્રયોગથી અથવા ગણિતથી થાયછે, અને તે ગ-

શિતમાં દર એક પદાર્થનું વજન, દાઢ્યતા, અને સ્થળ
હિસાબમાં લેવાં જોઈએ; અને એ રીતે ગુરુત્વમધ્યની
જગો માલમ પડ્યાથી, તે પદાર્થ સ્થિર રહેશે કે નહીં
તે સમજ્યામાં આવશે.

નમીગયલા બુરુજ અને મનારાઓના જે ઘણાએક
દાખલા પૃથ્વી ઉપર જોયામાં આવેછે, તેઓને માટે પણ
એક જાતનું ગણિત લાગુ પડેછે. ઇટાલિ દેશના પાઈ-
સા રોહેરના બુરુજનો એક ચમત્કારિક દાખલો છે; તેની
ઉંચાઈ ૧૮૨ ફુટ છે, અને તે લંબાઈ ૧૬ ફુટ બા-
હાર ઝાંક ખાઈ ગયલો છે; તે સેંકડો વર્ષ થયાં એજ
પ્રમાણે છે, અને ઘણું કરીને બિન સેંકડો વર્ષ સુધી
એમજ રહેશે. બોલોગ્ના આગળ બે શિખરો છે તેપણ
ઝાંક ખાઈ ગયલાં છે, અને એવી ખખર મળેછે કે
ઈસવી સન ૧૫૮૦ ના આગળનાં તેઓ એવીજ અવ-
સ્થામાં છે. સૌથ વેલ્સમાં લાંડાફની પાસે ફેરફીલી કાસ્ટલ
આગળ અનિકોણ તરફનો બુરુજ બાએમે ૮૦ ફુટ ઉંચો
હશે, તો પણ તે ૧૧ ફુટ લંબાઈ બાહાર નમેલો છે.
ડોર્સેટશાયરમાં કોર્ક કાસ્ટલ આગળ, તથા બ્રીજનોર્થ
અને બિન ક્રેટલાંએક સ્થળ ઉપર એવાજ દાખલા-
ઓ છે.

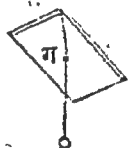
જારે ગુરુત્વરેષા પાયાથી બાહાર પડેછે, તારે પદાર્થમાં
પડવાનું વલણ રહેછે એ વાત નીચેના દાખલાઓથી
જલદીથી સમજ્યામાં આવશે.

૩૮ મી આકૃતિ પ્રમાણે કોઈ પદાર્થને ટેબલની કોરે
સુકીને તેનાં ગુરુત્વમધ્યથી એક ઓળખાની દોરી લટ-

કાલીયે, અને જો તે પાયાની અંદર પડે આકૃતિ ૩૮.
તો તે પદાર્થ સ્થિર રહેશે, કેમકે ગુરુત્વ-
મધ્યને આધાર મળેલો છે; પણ જો તે
પાયાની બાહાર પડે તો તે પદાર્થ પડી
જશે, કેમકે તે આધારરહિત થાયછે. એ
પછવાડેની વાત ૩૯ મી આકૃતિ પ્રમાણે



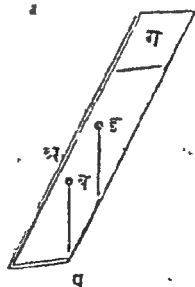
તે લાકડાના કકડાને ફેરવીને મુખ્યાથી બતાવ્યામાં આવશે.
જો ગુરુત્વરેખા છેક પાયાની ઠોચ ઉપર આકૃતિ ૩૯.
પડે, તો તે પદાર્થની સ્થિતિ એવી તો
યશે કે, લગભગ આચક્રો લાગ્યાથી.
જેણી તરફ ગુરુત્વરેખા પડશે, તેણી ત-
રફ તે પદાર્થ ઉથલી પડશે.



પાસેની ૪૦. મી. આકૃતિમાં (અ)

લાકડાનાં કકડાનું (વ) ગુરુત્વમધ્ય છે એમ મનમાં
આણું, અને એવું ધાર-કે (વપ) આકૃતિ ૪૦.

ગુરુત્વરેખા પાયાની અંદર પડેછે;
તેટલામાટે તે પદાર્થ ઉપર કહેલા
કારણથી સ્થિર રહેશે. પણ (અ)
ના ઉપર બિજો (ગ) લાકડાનો
કડકો મુખ્યો, તો તે બંને કકડાનું
ગુરુત્વમધ્ય હવે (ઈ) સ્થળે હંચું
આવશે; અને જો તે (ઈ) ખિંદુ-



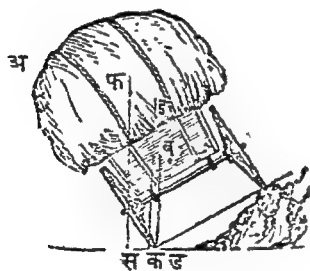
થી આજંબો લટકાવ્યો તો ગુરુત્વરેખા પાયાની બાહાર
પડશે, અને તેટલામાટેજ તે લાકડાનો કડકો પડી જશે.
અને એજ કારણમાટે જારે મછવો ઘણો વાંકો વળી

જાય, તારે ઉતારુઓએ એકદમ ઉભાથવું નહીં, કેમકે એવું કીધાથી ગુરુત્વમધ્ય ઉપર આવેછે, અને તેથી કરીને ગુસ્તરેષા બાહાર પડવાના વધારે જોખમમાં રહેશે.

ગાડું ભરતી વખતે ભારેમાં ભારે વસ્તુઓ નીચે અને હલકામાં હલકી તે ઉપર સીંચવી જોઈએ; કેમકે ગુરુત્વ-મધ્ય જેમ ગાડાં અને તે માહિના ખોજની તરફ નીચે હશે તેમ ઉથલવાનું જોખમ તેને થોડું રહેશે.

મનમાં આણુ કે (અ) ભારે ભરેલું ગાડું ઢોળાવવાળા રસ્તા ઉપરથી જાયછે, (આકૃતિ ૪૧ મી); તેમાં જો

આકૃતિ ૪૧.



ધણીજ ભારે વસ્તુઓ ની-ચે અને ઘણી હલકી વ-વસ્તુઓ ઉપરની તરફ સીં-ચી હશે, તો ગુરુત્વમધ્ય નીચેની તરફ આવશે. એવું ધાર કે એ આકૃતિમાં (વ) ખિંદુ ગુરુત્વમધ્ય દેખાડેછે; એ ઠંકાણે (વડ) ગુરુત્વ-

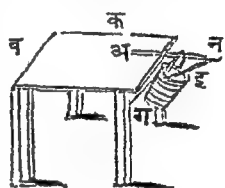
રેષા પાયામાં એટલે ખંને પંછિાની વચમાં પડેછે તેથી કરીને તે ગાડાને આધાર મળેછે. પણ જો વસ્તુઓ એવી રીતે સીંચી હોય કે તેનું ગુરુત્વમધ્ય ઉંચે (ઈ) આગળ આવે, તો (ઈક) ગુસ્તરેષા છેક પંછિાંની નીચે આવી જશે, અને એવી અવસ્થામાં તેને લગાર આવકો લાગ્યાથી તે તરત ઉંચું વળશે. પણ જો ગુરુત્વમધ્ય હજી જરી ઉંચું (ફ) આગળ જાય, અને (ફસ) ગુ

સ્વરેષા પર્થ્વિની ખાહાર પડે, તો તે ગાડું પોતાના ખોળે કરીનેજ ઉંધું વળશે.

ઉપર જે કહ્યું છે તેથી સ્પષ્ટ માલમ પડેછે કે ગુરુત્વ-મધ્ય જેમ નીચે ઉતારતા જઈએ છઈએ, તેમ પદાર્થની સ્થિરતા વધતી જાયછે. એ વાત શી રીતે પ્રત્યક્ષ બતાવ્યામાં આવેછે, તે નીચેની આકૃતિ ઉપરથી સહજ ધ્યાનમાં આવશે.

(અ) લાકડી ઉપર એક (ગ) ઓલ લટકાવ, અને બિજી (ઙ) લાકડી એવી રીતે આકૃતિ ૪૨.

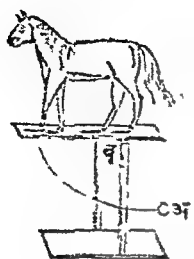
બેરવ કે તેનો એક છેડો (અ) લાકડીની (ન) ખાંચમાં, અને બિજો છેડો ઓલમાં રેહે; પણ એ લાકડી એવી છે કે જો તેને એકલી રાખી તો તે પડી જશે,



કેમકે તેનું ગુરુત્વમધ્ય (વક) ટેબલની ખાહાર છે; તે ઓલ એ આકૃતિમાં દેખાડ્યા પ્રમાણે સમતોલ રહેશે, કેમકે તે (ઙ) લાકડીના જોરથી લંબથી લગાર પેલી પાસ ટેબલની તરફ હડસેલાઈ જાયલી છે, તેથી તે સર્વનું ગુરુત્વમધ્ય ટેબલની અંદરની તરફ આવેછે, અને તેણે કરીને તેને આધાર મળેછે. (આકૃતિ ૪૨ મી.)

પદાર્થનાં ગુરુત્વમધ્યને સારી પેઠે નીચે આપ્યાથી જે કાર્ય ઉત્પન્ન થાયછે, તે નીચેની આકૃતિ પ્રમાણે જે સુ-ક્ષાખાતાં રમકડાંઓ બનાવેલાં છે તેથી માલમ પડેછે. જો (અ) ગોળો ખસેડ્યો તો ઘોડો લાગલોજ ઉથલી પડશે, કેમકે તેનું કીધાથી તેનું ગુરુત્વમધ્ય (વ) ટેકાની

આકૃતિ ૪૩.



આગળની તરફ જાયછે, અને તેને કરાનો આધાર રહેતો નથી; પણ ગોળાને પાછો ભેરવ્યાથી તેના ગુરુત્વમધ્યની સ્થિતિ તરત બદલાઈને તે ટેકાની નીચે આવેછે, અને તેથી ઘોડે પાછો સ્થિર રહેછે. (આકૃતિ ૪૩ મી). જરે માણસ સીધો ઉભો રહેછે, તારે તેના

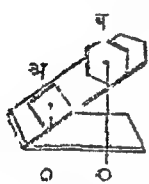
શરીરના ગુરુત્વમધ્યને તેના પગની પાટલીનો આધાર મળેછે; જો તેના બંને પગને એકઠા બાંધ્યા, અને હાથને બંને બાજુએ બાંધ્યા, તો શરીર લગાર નમ્બું કે તેનું ગુરુત્વમધ્ય લંબથી બાહાર જતું રહેશે, અને તેથી તે પડી જશે: પગ પોહોળા કર્યાથી તે મજબુતીથી ઉભો રહેછે, કેમકે તેના શરીરને પોહોળા પાયાનો આધાર મળેછે. માણસ પોઠ ઉપર બોળે લઈને જાયછે તારે પોતાના શરીરનું અને બોળનું ગુરુત્વમધ્ય બંને પાટલીની વચ્ચેમાં આણવા સાહે આગળની તરફ વાંકો વળેછે. જો તે બોળને માથા ઉપર મુકીને લઈ જતો હશે, તો તે સીધો ઉભો ચાલશે અને જરે હાથ ઉપર લઈ જાયછે, તારે તે પાછળથી વાંકો વળેછે. એજ કારણ માટે જરે આપણે ડુંગર ઉપર ચઢીએ છીએ તારે આગળથી, અને ઉતરીએ છીએ તારે પાછળથી વાંકા વળીએ છીએ. અને દીવીના દાંડા કરતાં તેની પડવી પોહોળી રાખવી પડેછે. તેનું કારણ પણ એજ છે. જરે માણસ ચાલેછે તારે ગુરુત્વમધ્યને પગના આંગળાં

ભણી આણવા સાર, તથા એવું કીધાથી સ્નાયુનો વ્યા-
પાર, જેથી શરીર તેજ માર્ગમાં આગળ હડસેલાયછે,
તેને મદદ આપવા સારુ તે પોતાનું શરીર લગાર આ-
ગળથી વાંકું વાળેછે. હર કોઈ પશુ એક બાજુ ઉપરના
એ પગ કરી ઉંચકતું નથી, કેમકે એવું કીધાથી ગુરુ-
ત્વમધ્ય નિરાધાર થાયછે. હર કોઈ પદાર્થ પોતાના પા-
યાની પોહોળાઈના પ્રમાણમાં મજબુતીથી ઉભો રહેછે;
એટલા માટે લાકડી જેવા ઉંચા પદાર્થને, અથવા કોયલને
તેની આણી ઉપર સ્થિર રાખવાને ધણું મુશ્કેળ પડેછે.
પણ શંકુને ઉચલાવવાને ધણું કઠણ પડેછે, કેમકે ગુરુ-
ત્વમધ્ય નીચેની તરફ હોયછે તેથી ગુરુત્વરેષા વચમાં રે-
હેછે. આકાશ ચલ્લીવાળાઓ એક લાંબી લાકડીને છેડે
વજન બાંધેછે, અને તેની આહાયતાથી દર એક અપ-
ગાઈના તમાશા વખત, જે જે નવી સ્થિતિ તેમનું શરીર
ધારણ કરેછે, તે તે સ્થિતિમાં ગુરુત્વરેષા પાયામાં રહે
એવી રીતે ગુરુત્વમધ્યને ચતુરાઈથી બદલેછે; તેઓ દો-
રડાની પાસે એકાદ સ્થળ તરફ નજર માંડી રાખેછે,
અને તેથી જરે પોતાની સ્થિતિ ફેરવવાની જરૂર પડેછે,
તારે તેમને તરત માલમ પડી આવેછે. જે ખિંદુની
આસપાસ પદાર્થના સઘળા અવયવ બરોબર સમતોલ
રહેછે તેને આપણે ગુરુત્વમધ્ય કહીએછીએ, તેથી કરીને
કુટલીએક વાર એવું બનેછે કે તે ખિંદૂ તે પદાર્થમાં
હોતું નથી, પણ ખાલી જગોમાં હોયછે. એ ખુલ્લું
છે કે પોલો શંકુ, ધંટડી અથવા હર કોઈ એવા બિજા
પદાર્થ એઓનાં ગુરુત્વમધ્ય તેઓ માંહેલા અવકાશમાં

૮૦ ગુસ્ત્રમધ્યખિંદુ-યાંત્રિક ભુલવણી.

રહેછે. એજ પ્રમાણે જો તારની, ધોડાની નાજ અથવા ગુંછળી બનાવી તો તેનું ગુસ્ત્રમધ્ય તારમાં રહેતું નથી, પણ 'વચમાંના' અવકાશમાં રહેછે. આપણે ઉપર દેખાડ્યું છે કે જેમ જેમ પદાર્થનો પાયો પોહોળો થતો જાયછે, તથા ગુસ્ત્રવેષા પાયાના મધ્યની પાસે આવેછે, તેમ તેમ તે પદાર્થ ઘણી મજબુતીથી ઉભો રહેછે. એજ કારણ માટે એક સરખી જગોએ ગોળો સેહેલથી ગબડી જાયછે; કેમકે સઘળા ગોળાકાર પદાર્થનો પાયો બિંદુરૂપ હોયછે, અને તેટલામાટે એક નાહાના સરખા

આકૃતિ ૪૪. ખિંદુ જેટલું અંતર પડ્યાથી ગુસ્ત્રવેષા

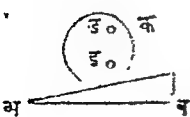


પાયાની ખાહાર પડેછે. એ ઉપરથી ખુલ્લું માલમ પડેછે કે (અ) પદાર્થની ગુસ્ત્રવેષા પાયામાં પડેછે, તેથી તે પદાર્થ ઢોળાવ ઉપરથી સરકીને નીચે જશે; પણ (વ) પદાર્થની ગુસ્ત્રવેષા પાયાથી

ખાહાર પડેછે, માટે તે ગબડી જશે. (આકૃતિ ૪૪ મી).

ગુસ્ત્રમધ્યને તેનાં મૂળ સ્થાન થકી બિંદુ ઢોકાણે આણ્યાથી ઘણાં એક ભુલાવામાં પડીયે એવા ખેલો થાય-

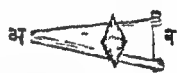
આકૃતિ ૪૫. છે. ૪૫ મી આકૃતિ પ્રમાણે જો (ક)



સિલિંડર (અથવા) ઢોળાવ ઉપર મુક્યું, તો તે પોતાના સ્વાભાવિક ગુણે કરીને નીચે ઉતરશે, કેમકે તેથી કરીને તેનું ગુસ્ત્રમધ્ય પૃથ્વીની પાસે પાસે

આવતું જાયછે; પણ જો તેના નાકાઉપર એક સીસાનો ગડો બાજુ તરફ (દ) પ્રમાણે ખોસી ધાલ્યો, તો

ગળડતું પાસું નીચે ઉતરે તેની આગમત્ત જે પાસાઉ-
પર સીસું છે તે પાસું ઉપર ચઢસે; અને તેનું ચઢવું
ગુસ્ત્વાકર્ષણના વ્યાપારથી વિરુદ્ધ છે તેથી તેનું નીચેની
તરફનું ગમન બંધ પડશે; પણ જો તે ગજો (જ) સ્થળે હોય
તો તે સિલિંડર (ફ) આગળથી વાંકું વળશે, અને એજ
કારણમાટે તે પોતાના ભારના જોરથી હંચે ચઢશે. એ
મૂળ કારણ નીચેના ગમત ભરેલા પ્રયોગથી પણ સમ-
જાયામાં આવશે. પાયાની તરફ એકઠા થયેલા એ રાંકુ-
ના જેવા આકારનો એક લાકડાનો કડકો, (અ) છેડા
આગળ જે એ આંકણી એકઠી યાયછે તેની ઉપર
મુક, અને બિજા (વ) છેડા આગળ લગાર પોહોળો માર્ગ
કર, અને તે છેડા આગળથી તે આંકણી હંચી કર કે
એક ઢોળાવ ઉત્પન્ન યાય; પછી તે લાકડાનો કડકો તે
ઢોળાવની નીચેની તરફ મુક એટલે તે (અ) થી તે (વ) સુ-
ધી ઉપરની તરફ ગળડતો જશે. (આકૃતિ આકૃતિ. ૪૬.
૪૬ મી.) પણ એ નજરની માત્ર



ભુલવણી છે, કેમકે એવડા રાંકુનું
જે ગુરુત્વમધ્ય છે, તે મધ્ય તો ગુસ્ત્વાકર્ષણના નિયમ
પ્રમાણે ખરેખર નીચેજ ઉતરેછે.

કોયલને તેની આણી ઉપર ઉભી રખાતી નથી,
કેમકે ખરેખર આણીના મથાળા ઉપર તેનું ગુરુત્વમધ્ય
આણી શકાતું નથી; પણ જો આપણે-તેને ફેરવીએ, તો
જાંઠાંસુધી તે ફરેછે તાંઠાંસુધી સમતોલ રહેશે; કેમકે
કોયલના પ્રત્યેક આંઠા વખત ગુરુત્વમધ્ય જુદાં જુદાં
સ્થાન ધારણ ફેરેછે, અને તેની ચારે તરફ નમી જ-

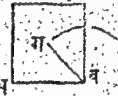
વાને તેમાં એક સરખું વલણ રહેછે; એ વિરુદ્ધ વલણું જલદીથી એક પછી એક ધાયછે તેથી કરીને, તે બદ્ધાનો બ્યાપાર એકી વખતે ચલાયી જેમ એક બિજાનાં કાર્યનો નાશ થાત તેજ પ્રમાણે એ ઠેકાણે બનેછે.

જો કોઈ અંડાકાર પદાર્થને સરખી જમીનઉપર મુકીને ગતિમાન કીધો, તો તે કાંઈકિ આંદોલકની પેઠે ઝોલ્યા આરો, કેમકે જારે તે તેના મધ્યયદ્રી ખસેછે તારે તેનું ગુસ્તવમધ્ય ઉપરની તરફ આવી જાયછે, અને તે પાછું અસલને ઠેકાણે આવવાનું કરેછે; નફર ગોળાના અર્ધને ગબડાવીયે છેએ તારે પણ એમજ બનેછે; કેમકે જારે તે સ્થિર રહેછે તારે તેનું અપટું પાસું ઉપરની તરફ આવેછે. એ મૂળતત્વ એક રમુજ બરેલા રમકડાંથી સારી પેઠે સમજાયામાં આવશે; તે રમકડામાં લાકડાના અર્ધ ગોળ ઉપર ગરનું માણસ કરીને મુક્યું હોયછે, પણ તેના પગને ઠેકાણે ગોળ લીસી સફાઈ કીધેલી હોયછે, અને હમેશાં ઉભું રહે એવી રીતે તેની નીચેની તરફથી તેમાં સીસું બરેલું હોયછે; એજ કારણમાટે જારે તેને સુત્રાડી દેયે છેએ તારે તે પોતાની મેજે પાછું તરત ઉભું થાયછે.

ધણું કરીને પદાર્થની સ્થિરતા ગુસ્તવરેખાની સ્થિતીને તથા તે પદાર્થના ઉચલી પડવા અગાઉ તેના ગુસ્તવમધ્યને કેટલું ઉચું ચઢ્યું પડેછે તેને સ્વાધીન છે. પદાર્થ ઉચલી પડેછે તે વેળાએ તેનું ગુસ્તવમધ્ય એક વર્તુળના ભાગમાં રહીને ખસેછે, અને તે વર્તુળનું મધ્ય જ્યાં જુહાઉપર તે પદાર્થ ઉભો રહેછે તેનો એક છેડો

હોયછે. ધાર કે (અવ) એક લાકડાનું ચોરસ ઢીમનું છે, (આકૃતિ ૪૭), અને તેનું ગુરુત્વમધ્ય (ગ) આગળ છે. તે લાકડાના કડકાને (વ) ધારઉપર આકૃતિ ૪૭.

પર ફેરવ્યાથી (ગ) ગુરુત્વમધ્ય વર્તુળના ને ભાગમાં ફરશે તેનું (વ) મધ્યખિંદુ થશે. અને (વ) ખુણાઉપર ને લંબ



લિટી થાયછે તેથી લગાર આગળ (ગ)

ગુરુત્વમધ્ય આવશે કે લાગલોજ તે લાકડાનો કડકો પોતાના ભારે કરીને પડી જશે.

એ મૂળતત્ત્વ, રાંકુની આકૃતિ ઉપરથી ધણું જલદીથી સમજાશે. મનમાં આણું કે આકૃતિ ૪૮.

૪૮ મી આકૃતિમાં (અવક્ર)

એક રાંકુ છે અને તેનું ગુરુ-

ત્વમધ્ય (ગ) સ્થળે છે; અને

એ ખુલ્લું છે કે તે સ્થળ

ધણું નીચેની તરફ છે. હવે તેનો પાયો પોહોળો છે

તેથી કરીને તે ઉચલી પેઠે તેની આગમત્ય તેનો મોટો

ભાગ ઉચકાયો જોઈએ; કેમકે તેને (વ) ધારઉપર ફેરવ-

વાસાર ગુરુત્વમધ્ય (ગ) થી તે (હ) સ્થળે (ગહ) કૌસ-

ના માર્ગમાં આણવું જોઈએ, અને તેણે કરીને તે

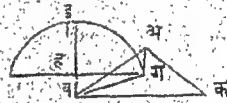
(હહ) જોઈલો ઉચો ચઢશે. પણ જો રાંકુ વધારે ઉચો

હોત; અને તેનો પાયો એના કરતાં સાંકડો હોત તો

એ સ્પષ્ટ છે કે (હહ) ઉચાઈ પ્રમાણમાં ઓછી થાત,

અને તે સહજમાં ઉચલાવાત; તેટલામાટેજ પદાર્થની

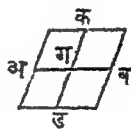
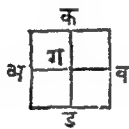
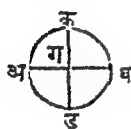
સ્થિતતા પાછળ કલા પ્રમાણે ગુરુત્વરેખાની સ્થિતીને તથા



તે પદાર્થ ઉઘડી પડવા અગાઉ જોઈશું ઉંચે ગુરુત્વમધ્યને ચઢવું પડે છે તે ખેંચેને સ્વાધીન છે.

ચોરસ, સમાંતરબાજુઓખુણ, વર્તુળ અને એવી બિંદુ ફેરવીએક આકૃતિની દાર્ઢ્યતા જો એકસરખી હોય, તો તેમનાં ગુરુત્વમધ્ય સહજમાં માલમ પડી આવે છે; અને એ વાત નીચેનાં ઉદાહરણથી સાફ માલમ પડી આવશે કે પદાર્થના પરમાણુઓ, જે ખિંદુ આપણે સોધી કાઢીશું તે ખિંદુની આસપાસ સરખા વેહેંચાયલા છે, અને તેટલામાટેજ તે ખિંદુ તે પદાર્થનું ગુરુત્વમધ્ય થશે. પાસેની ૪૯ મી ૫૦ મી અને ૫૧ મી આકૃતિઓ સરખી

આકૃતિ ૪૯. આકૃતિ ૫૦. આકૃતિ ૫૧.



દાર્ઢ્યતાના જડાં પાના અથવા ધાતુના કડકા દેખાડે છે; હવે તેઓના જુદી જુદી રીતે ખરોખર જે ભાગ યાય એવી રીતે (અવ) (કડ) સીધી લિટીઓ દોર; અને ધાર કે એ આકૃતિઓના પરમાણુના (અવ) ની ખરોખર અને તેની સાથે સમાંતર લિટીઓથી ભાગ થયલા છે; તો પછી (અવ) લિટીની પ્રત્યેક બાજુતરફ પરમાણુનો સમુદાય ખરોખર થશે; તેટલામાટે જો (અવ) લિટીને આધાર મળ્યો તો (અકવ) અને (અડવ) એ બંને ભાગ

તે લિટીની આસપાસ પોતપોતાની મેળે સમતોલ રેહેશે; તેટલામાટે (અવ) લિટીમાં ગુરુત્વમધ્ય રહેવું જોઈએ. એજ કારણમાટે ગુરુત્વમધ્ય (કહ) લિટીમાં પણ થવું જોઈએ, કેમકે જેટલી લિટી (અવ) સાથે સમાંતર દોરી તેટલી બધી (કહ) એ વતી દુભાગેલી છે; અને તેટલામાટે તેઓનું સાધારણ (મ) છેદનખિંદુ ગુરુત્વ-મધ્ય થશે.

ગુરુત્વમધ્ય અને જડત્વમધ્ય એકજ છે, કેમકે જો સરખી દાર્ઘ્યતાનો એક લાકડાનો કડકો વચ્ચેથી ઉંચ-ક્યો, તો બંને છેડાના જડત્વનો રોપ બરોબર ભા-ગેછે, અને બંને એકસરખા ઉંચા આવેછે; પણ જો ત સળીયો એક છેડા કરતાં બિજા છેડાની નજદીકથી ઉંચક્યો તો ટુંકો છેડો પ્રથમ ઉંચો થશે, કેમકે જડત્વ-મધ્ય બિજા છેડામાં છે પણ ગુરુત્વમધ્ય અથવા જડ-ત્વમધ્ય હમેશાં પદાર્થના પ્રકૃત્યંશના મધ્યમાં હોતું નથી; કેમકે જો પાંચ રોરનું એક (અ) વજન નમે નહીં એ-વા તારને અથવા લાકડીને એક છેડે ભેરવ્યું, અને માત્ર એક રોરનું (વ) વજન બિજા છેડે ભેરવ્યું, તો પણ જો મોટાં વજનના મધ્ય કરતાં નાહાનાં વજનના મધ્યથી પાંચ ગણે અંતરે (ક) ખિંદુ પર આધાર મળ્યો તો તે બરોબર સમતોલ રેહેશે; અને (અ) અને (વ) એ બંને પદાર્થ બરોબર નથી તો પણ તેઓના પ્રકૃત્યંશ ગુણ્યા તે-ઓના અનુક્રમ વેગે

આકૃતિ પર.

એ બરોબર છે, અને
એટલામાટેજ સમ-

અ ૦ ક ૩

તોલન હત્યમ થશે. એ વિષયનું આગલના ભાગમાં સારી પેઠે વર્ણન કરીધું છે. (આકૃતિ ૫૨.)

જો (અ) અને (વ) બંને પદાર્થ ખરોખર હોય અને તેઓનું ગુરુત્વમધ્ય ખોળી કાઢાડવું હોય, તો આપણે જો લિટી તેઓના ગુરુત્વમધ્યને સાંધેછે તેમાં એક ખિંદુ ખોળી કાઢાડવું, એવું કે તેનું અંતર તે પદાર્થોના મધ્યથી તેઓના પ્રકૃત્યંશના બ્યુલ્કમ પ્રમાણમાં રહે, એટલે (વ) (અ)ની સાથે જોડવું પ્રમાણ રાખેછે તેટલુંજ પ્રમાણ (અક) એ (કવ) ની સાથે રાખવું જોઈએ; (આકૃતિ ૫૩ મી.).

આકૃતિ ૫૩.

એવું થયાથી ખેડનું



વેગમાન ખરોખર થશે.

અને તેથી કરીને (અ)

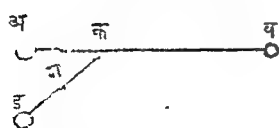
ગુણ્યા (અક) એ, (વ) ગુણ્યા (વક) ની ખરોખર થશે.

હવે (ક) ને આધાર મળ્યો તો તે ખિંદુ આગળ (અ) અને (વ) બંને પદાર્થ સમતોલ રહેશે; અને એટલા-માટેજ (અ) અને (વ) નું (ક) ગુરુત્વમધ્ય છે.

પલી એજ રીતે (અવક) એવા ત્રણ પદાર્થોનું ગુ-

આકૃતિ ૫૪.

રુત્વમધ્ય પણ નિકળશે,



(આકૃતિ ૫૪ મી.) પા-

છળ કલા પ્રમાણે (અ)

અને (વ) નું (ક) ગુ-

રુત્વમધ્ય શોધીને (ઇક)

સાંધ, અને (કઇ) ના (ગ) સ્થળે ભાગ કર, એવા કે

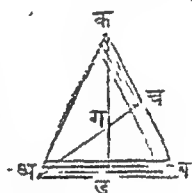
જેમ (અ) અને (વ) નો સર્વાંગી જેમ (ઇ) ને છે, તેમ

(ઇગ), (ગક) ને થાય; એવું થયાથી ત્રણે પદાર્થો (ગ) રથળ ઉપર સમતોલ રહેશે, અને તેટલામાટેજ (અ) (વ) (ઇ) એ ત્રણેનું (ગ) ગુસ્ત્રમધ્ય છે. એ રીતે ગમે તેટલા પદાર્થોનું ગુસ્ત્રમધ્ય કાઢાડું હશે તો નિકળશે.

ત્રિકોણનું ગુસ્ત્રમધ્ય નીચે કહેલી રીત પ્રમાણે નિકળશે. મનમાં આણુ કે પપ મી આકૃતિ માહેના (અવક) ત્રિકોણનું ગુસ્ત્રમધ્ય શોધી

આકૃતિ પપ.

કાઢાડવાનું છે, તો પછી (અચ) (કઢ) બે લિટીઓ સામેની બાજુઓને દુભાગે એવી રીતે દોર, એટલે એ બે લિટીઓનો (ગ) છેદનબિંદુ તે ત્રિકોણનું ગુસ્ત્રમધ્ય થશે. (અવ)



ની સાથે કેટલીએક લિટી સમાંતર દોર; હવે (ભૂમીતીના ૮૨ મા સિદ્ધાંત ઉપરથી) એ સ્પષ્ટ છે કે તે બંધી લિટીઓને (કઢ) લિટી દુભાગે છે, અને તેટલામાટે તે બંધી લિટીઓનાં ગુસ્ત્રમધ્ય (કઢ) લિટીમાં આવશે. હવે આખો ત્રિકોણ (અવ) સાથેની સમાંતર લિટીઓથી બનેલો છે એવું ધારું તો, એ માલમ પડે છે કે ત્રિકોણનું ગુસ્ત્રમધ્ય (કઢ) લિટીમાં આવશે; અને એજ રીતે એ પણ બતાવી અપારો કે તે ત્રિકોણનું ગુસ્ત્રમધ્ય (અચ) લિટીમાં પણ છે; પણ ગુસ્ત્રમધ્ય કાંઈ એ જગોએ હોતું નથી, માટે (કઢ) અને (અચ) લિટીઓના છેદનબિંદુ આગળ એટલે (ગ) રથળે છે.

ભાગ સાતમો.

યાંત્રિક શક્તિ વિશે.

યાંત્રિક શક્તિ એટલે સાદાં યંત્ર અથવા હથિઆર, અને તેઓની સહાયતાવિના ભારને ઉંચકવાને અથવા પ્રતિબંધ દૂર કરવાને જોઈતી શક્તિ અથવા બળ કામમાં લેવું પડે છે, તે કરતાં તેઓની યોજનાથી ઓછું લેવું પડે છે.

જારે બળોની યોજના પદાર્થઉપર એવી રીતે થઈ હોય કે, એક બિજાનાં કાર્ય બંધ પડે, તારે તે પદાર્થ સમતોલ રહે છે; એ ઠેકાણે આપણે જો બળો એક બિજાને સમતોલ રાખે છે તેઓના સંબંધનો માત્ર વિચાર કરવો જોઈએ: સ્થાયી વિજ્ઞાનનો આ વિષય છે, કારણ કે સમતોલન વેળાએ બળોના વ્યાપાર શી રીતે થાય છે તેનો આ વિચાર છે. જો એક અથવા વધારે બળોનો વ્યાપાર સ્થિર પદાર્થઉપર થઈને તેને ગતિમાન કરે, તો કયા માર્ગમાં અને કેટલે વેગે ગતિ ઉત્પન્ન થશે, તથા તે કેટલી વાર રહેશે એનો વિચાર ક્ષીધામાં આવે છે. એ યંત્રશાસ્ત્રનો ભાગ શક્તિવિજ્ઞાન પ્રકરણનો છે.

યંત્રો કાંઈ શક્તિ ઉત્પન્ન કરતાં નથી, પણ માત્ર તેઓ તેનું રૂપાંતર કરવાનાં અથવા બિજા ઠેકાણે લઈ જવાનાં સાધનો છે. યંત્રોથી અનુકુળ પડતી અને બ-

રખાત ન જાય એવી રીતે શક્તિની યોજના થાયછે; વળી બાર અથવા પ્રતિબંધ ઉપર લાગતીજ બળની યોજના કરિયે તેના કરતાં યંત્રવડે કીધાથી સુલભ માર્ગ હાથ લાગેછે. કોઈ માણસ પોતાથી બને એટલું બળ કરીને ૧૦૦ રોરનો બોળે એક મિનિટમાં જોડલો ઉંચો ચઢાવી શકે, તેટલોજ ઉંચો ૧૦૦૦ રોરનો બોળે ચઢાવવાનો હોય, અને તે કદાપી યંત્રની મદદ લે તોપણ તેનાથી તેટલા વખતમાં ચઢાવાસે નહીં; માટે તે બોળના દરા ભાગ કરવા પડશે, અને તે પ્રત્યેકને વારા ફરતી ચઢાવવા પડશે: તે માણસ યંત્રની સહાયતાથી તે બદ્દો બોળે એકદમ ચઢાવી શકશે ખરો, પણ ૧૦૦ રોરના બોળને ઉંચકવાને જોડલો વખત લાગશે તેના કરતાં દરાગણો વધારે વખત લાગશે.

મનમાં આણુ કે કોઈ માણસને એક માણુનો બોળે જમીનથી ત્રણ ફુટ ઉંચે ચઢાવવાનો છે; હવે આ બોળે સહજ ઉંચકાઈ શકે એવો છે માટે તે સ્થળે તે માણુસ પોતાને હાથેજ ઉંચકીને મેહલશે. આ ટુકાણે એ સ્પષ્ટ છે કે બળ જોડલા વેગથી ગમન કરશે, તેટલા વેગથી વજન ઉચું ચઢશે કેમકે એ ખુલ્લું છે કે હાથ જોડલી ત્વરાથી ગમન કરેછે, તેટલી ત્વરાથી તે હાથમાં પકડેલું વજન પણ ઉંચું ચઢેછે. પણ જો ૧૫ માણુનું ભારે વજન તેટલેજ ઉંચે ચઢાવવાનું હોય તો, તાંહાં યંત્રનાં સાધનથી તેના બળની યોજના કરવી પડશે, એવી રીતે કે માણુનો બોળ ૧૫ માણુના બોળ કરતાં જોડલો ઓછો છે, તેટલો પંદર માણુના બોળનો વેગ માણુના બોળના વેગ કરતાં ઓછો થાય;

હવે તે વજન પંદરગણું ભારે છે માટે ઉપરના દાખલા-
માં સિદ્ધ ક્રીધા પ્રમાણે તે પંદરગણા ધીમા વેગથી
ચલન પામશે.

આ વાત કેહેવાની જરૂર છે કે યંત્રના મૂળ ખીજ-
ના વિચારમાં, તેના જુદા જુદા ભાગ ધર્ષણરહિત તથા
કેવળ અનમનીય માનેલા છે; અને એવું ધાર્યામાં આ-
વેછે કે તેઓ ગુરુત્વ તથા જડત્વ રહિત છે. વળી
એવું માનેલું છે કે દોરી અને દોરડાં કેવળ નરમ છે.
તથા જરે યંત્ર જરી થાયછે તારે તેને વાસુનો પ્રતિબંધ
થતો નથી. યંત્રની યોજના શી રીતે થાયછે તે સમ-
જવાસાર આ વાત ધ્યાનમાં લાવવી જોઈએ: તેમાં પે-
હેલું એ કે, જે બળ થોભાવી રાખવાનું હોયછે અથવા
પ્રતિબંધ દૂર કરવાનો હોયછે તે, અને તે હમેશાં ભાર-
રૂપે દેખાડ્યામાં આવેછે; ત્રિજું, પ્રતિબંધને થોભાવી
રાખવાને અથવા દૂર કરવાને જે બળ અથવા શક્તિ પ્રે-
રણા થાયછે તે, જેમ કે માણસ, બળદ, વરાળ ઈત્યા-
દીનું બળ; ત્રિજું ચલનમધ્ય અથવા ટેકો; અને ચોથું
શક્તિનો અને પ્રતિબંધનો વેગ. જે બળ થોભાવી રાખ-
વાનું હોયછે અથવા જે પ્રતિબંધ દૂર કરવાનો હોયછે
તેને ઉચ્ચાલ્ય કેહેછે; જે બળ અથવા શક્તિ પ્રતિબંધને
થોભાવી રાખેછે અથવા દૂર કરેછે તેને ઉચ્ચાલક કેહેછે.
યાંત્રિક શક્તિ તણુ ધ્રુ: તેઓનાં નામ.

૧ ઉચ્ચાલન.

૨ કપ્પી.

૩ લોળાવ.

દેશાએક ગ્રંથકાર એઓને આદ્ય યાંત્રિક શક્તિ કહેછે, અને તેઓ માંહેની ઉચ્ચાલન અને ઢોળાવ એ બે શક્તિથી બિજા ત્રણ પેદા થાયછે:

૧ આંસસાથે જડેલું ચક્ર, એ ઉચ્ચાલન ઉપરથી.

૨ કાચર, એ ઢોળાવ ઉપરથી.

૪ મળસૂત્ર, એ ત્રણ ઢોળાવ ઉપરથી.

એઓને અમુખ્ય યાંત્રિક શક્તિ કહી તો સા-
લશે.

નાના પ્રકારનાં યંત્રો ગમે તેવાં ગુંચળરેલાં હોયછે, તોપણ તેઓના જુદા જુદા ભાગ ઉપર કહેલી છે આદિ યાંત્રિક શક્તિમાં પૃથક થઈ સકેછે.

ઉચ્ચાલન.

ઉચ્ચાલન સહી સહેલામાં સહેલું યંત્ર છે, અને એ લોહોડાં, લાકડાં અથવા હરકોઈ બિજા પદાર્થના ગજ-
યાથી બનેછે; તેને ટેકાઉપર આધાર મળેછે, તથા તેની આસપાસ તે ફરી સકેછે.

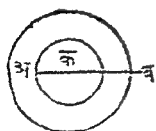
ઉચ્ચાલનમાં ત્રણ વસ્તુનો વિચાર કરવો જોઈએ, તે એ કે ઉચ્ચાલક, ટેકો, અને ઉચ્ચાલ્ય. જે બળની યોજનાથી ઉચ્ચાલ્ય ઉચ્ચાયછે તથા તેને આધાર મળે-
છે તેનું નામ ઉચ્ચાલક; ટેકો એટલે આધારસ્થાન જેની આસપાસ ઉચ્ચાલન ફરેછે; ઉચ્ચાલ્ય એટલે પ્ર-

તિબંધ અથવા બોલો જે ઉચ્ચકવાનો અથવા જેને આધાર આપવાનો હોય છે તે. ખરેખર જેતાં ઉચ્ચાલ્ય અને ઉચ્ચાલક એ બેઉ બળો છે, અને માત્ર તેઓને એક બિલ્લથી ઓળખવાસાર જુદાં જુદાં નામ આપેલાં છે.

જારે ઉચ્ચાલન તાજવાનો દાંડીની પેઠે આંસની આસપાસ ફરે છે, તારે આંસ અથવા ચક્રનમધ્યથી તેના જુદા જુદા ભાગ જેવા આધા પાછા રેહે છે, તેવા તેઓના વેગ વધતા ઓછા હોય છે; એ વાતની સાચાઈ નીચેના દાખલા ઉપરથી એકદમ નજરમાં આવશે.

મનમાં આણુ કે પદ્મી આકૃતિ પ્રમાણે (અવ) એક સીધું ઉચ્ચાલન છે, તથા તે (ક) ટેકાની આસપાસ ફરે છે; તો (અક) અને (કવ) એ બે ભાગથી (ક) બિંદૂની આસપાસ બે કૌસ થશે, તથા તેઓ (અક) અને (વક) એ બેના પ્રમાણમાં થશે. તે ભાગના વેગ

આકૃતિ ૫૬.

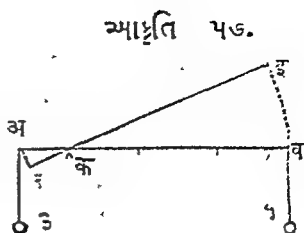


પાણુ ગમન થયજા સ્થળની એટલે કૌસની સાથે પ્રમાણમાં થશે; તેટલામાટે (કવ) ભાગ (અક) ભાગ કરતાં જેટલો વધારે હશે, તેટલોજ (વ) છેડાનો વેગ (અ) છેડાના વેગ

કરતાં વધારે થશે, અથવા જેમ જેમ છેડો લાંબો હશે તેમ તેમ તેનો વેગ વધતો થશે.

મનમાં આણુ કે પાસેની ૫૭ મી આકૃતિમાં (અવ)

ઉચ્ચાલનને (ક) ટેકાથી
આધાર મળેલો છે, તથા
તેનો (કવ) ભાગ ત્રણ
ધંચ અને (કઅ) એક
ધંચ લંબાઈનો છે. વળી
મનમાં આણ કે (અ) છે-



ડા આગળ ત્રણ નવટાંકનો અને (વ) છેડા આગળ
એક નવટાંકનો ભાર લટકાવ્યો છે. એવું બન્યાથી વ-
જનો અને ખંને અંતરે જુલુમ પ્રમાણમાં થશે; એટલે
એક નાકાનું વજન જેમ બિજાના અંતરને, તેમ બિ-
જા નાકાનું વજન પેહલાના અંતરને થશે. અને એ
ટેકાણે (અકવ) ઉચ્ચાલન એક તરફ નમશે નહીં, પણ
સમાન સ્થિતિમાં રહેશે, કેમકે જેટલા વખતમાં ટુંકો
છેડો તે ભારે કરીને નીચેની તરફ નમ્યાથી (અડ) કૌસ
કરેછે, તેટલા વખતમાં તેજ ભારના જોરથી (વ) છેડો
ઉંચો જઈને (વઙ) કૌસ કરશે; અને (અડ) અને (વઙ)
કૌસ (અક) અને (કવ) ની સાથે પ્રમાણમાં છે, માટે
તેઓ એક જેમ ત્રણને એ પ્રમાણમાં થશે; તેટલામાટે
(વ) આગળનો એક નવટાંકનો ભાર જેટલા વખતમાં
(અડ) માર્ગમાં ચલન પામશે, તેટલાજ વખતમાં (અ)
આગળનો ત્રણ નવટાંકનો ભાર (અડ) કરતાં ત્રણ ગણી
લંબાઈના (વઙ) માર્ગમાં ચલન પામશે; અને એ ખંને
વજનોનો સમાન વેગમાનથી વિરુદ્ધ દિશામાં વ્યાપાર
થાયછે, તેથી તે બેઉનાં કાર્યનો ૧૧૨ થાયછે, અને તેણે

કરીને તે વજનો ઉપરની તરફ ચઢશે અથવા નીચેની તરફ નમશે નહીં, પણ માત્ર સમતોલ રહેશે.

મનમાં આણુ કે (અવ) ઉચ્ચાલનને તેના ટેકાઉપર ફેરવું, એવી રીતે કે તે (કઢ) સ્થિતીમાં રહે; (૫૮ મી આકૃતિ જો.) હવે (ક) છેડો ચલન મધ્યને નાકે છે, તથા (કવ) કૌસમાં ગમન કરવાને (વ) ને જોડતો વખત લાગ્યો, તેટલાજ વખતમાં તે (અક) કૌસમાં ગમન પામ્યો, એ ઉપરથી એ સ્પષ્ટ જણાય છે કે (અ) નો વેગ (વ) ના વેગ કરતાં વધતો હશે. પણ પ્રકૃત્યંશ ગુણ્યા વેગે ખરોખર વેગમાન છે, તેથી મોટા વેગથી થોડા પ્રકૃત્યંશ ગુણ્યા અને થોડા વેગથી વધારે પ્રકૃત્યંશ ગુણ્યા તો તે બંનેનું ફળ સમાન થાય છે; તેટલામાટે (અ)

આકૃતિ ૫૮.



નો વેગ વિરોધ છે તેથી સમતોલન ઉત્પન્ન કરવાસા-
ર (વ) કરતાં તેના ઓછા પ્રકૃત્યંશ જોઈશે. પણ વર્તુ-
લના પરીધ એક બિંબને

છે જેમ તેઓની ત્રિજ્યા, તેથી પરીધના સરપ ભાગ પણ એક બિંબને થશે જેમ તેઓની ત્રિજ્યા. હવે (અક) અને (કવ) એ બંને કૌસો સરપ છે તેટલા-
માટે (કક) ત્રિજ્યા (કક) ત્રિજ્યા સાથે જોડતું પ્રમાણ રાખે છે, તેટલુંજ પ્રમાણ (અક) કૌસ (કવ) કૌસ સાથે રાખશે; વળી (અક) અને (કવ) કૌસથી ઉચ્ચાલનના છેડાઓના વેગ માલમ પડે છે, કારણ કે સમાન વખ-
માં તે બંને છેડાઓ તેટલા રથળમાં ગમન પામે છે,

તેટલામાટે (કઙ) અને (ક) એ બેઉ ભાગ પણ તેઓના વેગને બતાવશે. માટે એ સ્પષ્ટ છે કે જો (અઙ) ભાગની લંબાઈ અને (અ) ઉચ્ચાલક એનો ગુણાકાર, (કવ) ભાગની લંબાઈ અને (વ) ઉચ્ચાલ્ય એના ગુણાકારની બરોબર થાય, તો તે ઉચ્ચાલન સમતોલમાં રહેશે; અને એટલામાટેજ સમતોલન ઉત્પન્ન થવાને જેમ જેમ (કવ) ભાગ હુંકો હશે તેમ તેમ (વ) વજન વધારે જોઈશું—એટલે ઉચ્ચાલ્ય અને ઉચ્ચાલક જે પ્રમાણે ટેકાથી વધતાં ઓછાં અંતરે હશે તેના વ્યુત્ક્રમ પ્રમાણમાં તે બેઉનાં વજન થવાં જોઈએ. મનમાં આણ કે ટેકાથી તે ઉચ્ચાલક લગીનું (અઙ) અંતર ૧૦ ઇંચનું છે, અને ટેકાથી તે ઉચ્ચાલ્ય લગીનું (કઙ) અંતર ૫ ઇંચનું છે, તથા એવું ધાર કે (વ) આગળ ૪ નવટાંકનું વજન હંચકવાનું છે; તારે તે હંચકવાને (અ) આગળ બે નવટાંકની શક્તિ મુકવી પડશે, કેમકે ટેકાથી તે ઉચ્ચાલ્ય સુધીનું અંતર પાંચ ઇંચ છે તેને જો આરે ગુણ્યું તો તે ગુણાકાર $૫ \times ૪ = ૨૦$ થાયછે, તેથી ટેકાથી તે ઉચ્ચાલક સુધીનું અંતર જે ૧૦ ઇંચ છે, તેને બરોબર ગુણાકાર આણવાસાથે બેએ ગુણ્યું જોઈએ, પછી એ રીતે બરોબર વેગમાન થયાથી સમતોલન ઉત્પન્ન થશે.

ઉચ્ચાલન ત્રણ પ્રકારનાં છે, અને એ ભેદ, ઉચ્ચાલક, ઉચ્ચાલ્ય અને ટેકો એઓનાં સ્થાનની જુદી જુદી રચના થયાથી થાયછે.

પેહેલી જાતના ઉચ્ચાલનમાં, ઉચ્ચાલક અને ઉચ્ચાલ્યની વચ્ચેમાં ટેકો આવેછે.

ખિજી જાતના ઉચ્ચાલનમાં, ટેકો અને ઉચ્ચાલક એ બેઉની વચ્ચે ઉચ્ચાલ્ય આવેછે.

ત્રિજી જાતના ઉચ્ચાલનમાં, ટેકો અને ઉચ્ચાલ્ય એ બંનેની વચ્ચેમાં ઉચ્ચાલક આવેછે.

ઉચ્ચાલનનો મુખ્ય નિયમ નીચે પ્રમાણે છે, તે એ કે ઉચ્ચાલક અને ઉચ્ચાલ્ય એઓ ટેકા સાથેના વ્યુત્ક્રમ પ્રમાણમાં છે; એટલે જો ઉચ્ચાલક ઉચ્ચાલ્ય સાથે સમતોલમાં આણવાનું હશે, તે ઉચ્ચાલક ઉચ્ચાલ્ય કરતાં જોટલું ઓછું હશે તેટલું તેનું ટેકાથી અંતર વધારે રાખવું પડશે. જોરે ઉચ્ચાલકનું અને ઉચ્ચાલ્યનું વેગમાન બરાબર હોયછે તારે તેઓ સમતોલમાં રહેછે.

પેહેલી જાતનું ઉચ્ચાલન.

પેહેલી જાતના ઉચ્ચાલનમાં ઉચ્ચાલક અને અને ઉચ્ચાલ્યની વચ્ચે ટેકો હોયછે, અને મુખ્યત્વે કરીને જોરે બોજાઓ ઉંચકવાના અથવા મોટા પથરાઓને ગળાવવાના કામમાં તે આવેછે; જોરે તેનો એવી રીતે ઉપયોગ થાયછે તારે તેને મજૂર વગેરે બિજા લોકો સાંગ કહેછે.

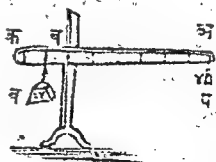
આકૃતિ ૫૯.



૫૯ માં આકૃતિમાં પેહેલી જાતનું ઉચ્ચાલન દેખાડેલું છે, તેના (અ) છેડા આગળ ઉચ્ચાલક છે, (ક) સ્થળે ટેકો અને (ક) આગળ

ઉચ્ચકવાનો જોજ એટલે ઉચ્ચાલ્ય છે. (૯૪) મા પાનામાં કહેલી રીતી પ્રમાણે જેમ જેમ ઉચ્ચાલક તરફનો ભાગ લાંબો હોયછે (જે ભાગ આ આકૃતિમાં (ફ) થી તે (અ) સુધી દેખાડેલો છે) તેમ તેમ ઉચ્ચાલ્યને ખસેડવાને શક્તિ ઓછી જોઈએ છેએ. એજ આકૃતિમાં જો (અફ) ભાગ (ફક) આગ કરતાં ખમણો લાંબો છે એવું ધાર્યું તો ઉચ્ચાલન થકી ખમણી શક્તિ ઉત્પન્ન થશે, અને તેટલામાટે (વ) વજન ગમે તેટલું ભારે હશે તોપણ ઉચ્ચાલનની મદદ વગર તેને ખસેડતાં જોઈતું ખજ લાગત તેના કરતાં આ ઠેકાણે અર્ધું લાગશે. (ફક) ની લંબાઈ કરતાં (અફ) ની લંબાઈ ૧૦ ગણી વધારે થાય એટલો (ફ) ઠેકાને (વ) ઉચ્ચાલ્ય તરફ ખસેડ્યો, તો તે ઠેકાણે દશગણી શક્તિ ઉત્પન્ન થશે; અને એ પ્રમાણે આગળ પણ. પરંતુ એ ઠેકાણે (ક) છેડો જોઈલો ઉંચો થશે તે કરતાં (અ) દશગણો નીચો ઉતરશે, અને તેથી (વ) ઉચ્ચાલ્યને વિરોધાણુ જોઈતું ગમન ઉત્પન્ન થશે. ૬૦ મી આકૃતિમાં એજ જાત- આકૃતિ ૬૦.

નું ઉચ્ચાલન પિણ રીતે દેખાડેલું છે, અને એની અંદર (વ) ઠેકો છે, (અ) થી તે (વ) સુધી ઉચ્ચાલનનો લાંબો ભાગ છે, અને (વ) થી તે (ક) સુધીનો ટુંકો



ભાગ છે. (અ) આગળ (પ) ઉચ્ચાલક છે તે લાંબા ભાગને નીચેની તરફ દાખેછે; અને (વ) ઉચ્ચાલ્ય ટુંકા ભાગના (વ) છેડા આગળ લટકાવેલું છે.

હલકા (પ) ઉચ્ચાલકને ભારે (વ) ઉચ્ચાલ્યસાથે સમ-
તોલ રાખવાસાથે આ જાતનું ઉચ્ચાલન છે. એવે
સમયે ટેકાણે જો ઉચ્ચાલકનું વેગમાન ઉચ્ચાલ્યના વેગ-
માનની ખરોખર હશે તો તે તેને સમતોલ રાખશે.
ટેકાથી તે ઉચ્ચાલક સુધીનાં અંતરને ઉચ્ચાલકના ભારે-
વતી ગુણ્યાથી ઉચ્ચાલકનું વેગમાન નિકળેછે; તથા ટે-
કાથી તે ઉચ્ચાલ્ય સુધીના અંતરને ઉચ્ચાલ્યના ભારે ગુ-
ણ્યાથી ઉચ્ચાલ્યનું વેગમાન નિકળેછે. (પ) ઉચ્ચાલક
જેટલા નવટાંક વજનનું હશે તે અંકને (અ) ભાગ માં-
હેના ઇંચના અંકે ગુણીયે અને જો તે ગુણાકાર, (વ)
ઉચ્ચાલ્યના વજનના અંકને (બ) ભાગના ઇંચના
અંકે ગુણીયે, તે ગુણાકારની ખરોખર થાય, તો તે યકી
સમતોલન ઉત્પન્ન થશે. મનમાં આણુ કે (પ) ઉચ્ચા-
લક આર નવટાંકનું છે, હવે જો તેને (અ) થી તે (વ)
લગીનું અંતર જે છ ઇંચનું છે તેણે ગુણ્યું તો તે ગુણાકાર
૨૪ થાયછે; અને જો (પ) ઉચ્ચાલ્ય ૨૪ નવટાંકનું ધાર્યું
ને તેને (ક) થી તે (વ) સુધીનું એક ઇંચનું અંતર છે
તેણે ગુણ્યું તો તે ગુણાકાર પણ ૨૪ થાયછે; એટલા મા-
ટે જ તે ઉચ્ચાલન સમતોલમાં રહેછે. એજ રીતે, જો
ઉચ્ચાલનનો ટુંકો ભાગ બે ઇંચનો હોય, અને તેના
છેડા આગળ ૨૪ રોરનો બોળો ટાંચો હોય, તો તેને સ-
મતોલ રાખવાને ઉચ્ચાલનના લાંબા છેડા ઉપર જેટલા
વજનનું ઉચ્ચાલક ટાંચું પડશે એ જાણવાને તે વજન
ખતાવવારી (૨૪) સંખ્યાને તેનું અંતર જે બે છે તેણે
ગુણ્યું, એટલે તેથી તેનું વેગમાન $24 \times 2 = 48$ થશે.

પછી તે ગુણાકારને લાંબો ભાગ જે (૬) ઇંચનો છે તેણે વતી ભાગવો એટલે તેથી જે (૮) ફૂળ ઉપખ થશે તે લાંબા ભાગના છેડાઉપર ટાંગવાનું વજન, કેમકે તે થકી ઉચ્ચાલકનું વેગમાન પણ $૮ \times ૬ = ૪૮$ થશે. નીચે કહેલી રીતિ, ઉપર કહેલા મૂળ તત્વ ઉપરથી નિકળે છે:—“ઉચ્ચાલ્યને ટેકાથી તે ઉચ્ચાલ્યસુધીના અંતરે વતી ગુણીયે, અને ઉચ્ચાલકને પણ તેજ બિંદુથી તે ઉચ્ચાલકસુધીના અંતરે ગુણીયે, અને જો તે બંને ગુણાકાર બરોબર થાય, તો તે એક બિજાને સમતોલ રાખશે.” એઉપરથી એવું નિકળે છે કે જો હલકા ઉચ્ચાલકે કરીને ઘણાં ભારે ઉચ્ચાલ્યને ઉંચકવું હોય તારે, ધ્યા તો ટેકાથી તે ઉચ્ચાલકસુધીનું અંતર વધારે રાખવું અથવા એમ નહીં તો ઉચ્ચાલ્યને ટેકાની ઘણીજ નજદીક લાવવું. યંત્રશાસ્ત્રમાં જે મૂળ તત્વે કરીને એવો અમત્કાર બને છે તેને ‘વર્ચ્યુઅલ’ વિલોસિટીનો એટલે ગુણુદ્વેગનો નિયમ કહે છે. તે નિયમ એ છે કે “એક નાહાનું વજન અમુક કહેલા વખતમાં લાંબા માર્ગમાં નીચે ઉતરે છે તેનું કાર્ય, બિજું મોટું વજન પ્રમાણમાં ટુંકા માર્ગમાં તેટલીજ વખતમાં ઉતરે છે તેનાં કાર્યની બરોબર થાય છે.” અથવા બિજી રીતે કહીએ તો વેગમાં અથવા કાળમાં જેટલો નફો થાય છે તેટલી રાક્ષિતમાં હાની પો-હોયે છે.

યાંત્રિક રાક્ષિતનું વધવું ઘટવું ઉચ્ચાલકની સાથે ઉચ્ચાલ્યનું જે પ્રમાણ હોય છે તેને હાય છે, અને એ પ્રમાણ જેમ વધતું ‘મોઢું’ થાય છે તેમ યાંત્રિક રાક્ષિત વધતી ઓ-

છી થાયછે એમ કહેવાયછે. એનો દાખલો, જો કોઈ ઉચ્ચાલનમાં ૧ રોર વજનનું ઉચ્ચાલક ૧૫ રોર વજનનાં ઉચ્ચાલ્યને આધાર આપે તો યાંત્રિક શક્તિ ૧૫ થાયછે. જો ૨ રોરનું ઉચ્ચાલક ૨૪ રોરના ઉચ્ચાલ્યને આધાર આપે તો યાંત્રિક શક્તિ ૧૨ થાયછે, કેમકે ૨૪ ભાગ્યા ૨ એ બરોબર ૧૨ છે.

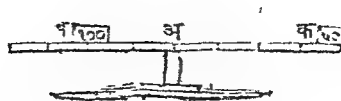
હરકોઈ ઉચ્ચાલનની યાંત્રિક શક્તિ ઉચ્ચાલ્ય અને ઉચ્ચાલકની સ્થિતિ ટેકાથી આધી પાછી ક્રીધાથી મરજીમાં આવે તે પ્રમાણે ભિન્ન ભિન્ન કરી શકાયછે. માટે હરકોઈ યંત્રમાં ઉચ્ચાલક અને ઉચ્ચાલ્યનું પ્રમાણ ગમે તેટલું હરો તો પણ તે પ્રમાણ ઉચ્ચાલને કરીને બતાવ્યામાં આવશે. એવા ઉચ્ચાલનને તે યંત્રના સંબંધમાં સમાન શક્તિનું ઉચ્ચાલન કહેછે.

ઉચ્ચાલકને ટેકાથી તે ઉચ્ચાલકસુધીનાં અંતરે ગુણીયે તે ગુણાકાર, જો ઉચ્ચાલ્યને ટેકાથી તે ઉચ્ચાલ્યસુધીના અંતરે ગુણીયે તેની બરોબર થાય, તો સીધું ઉચ્ચાલન સમતોલ રહેશે; એ ઉપરથી નિકળેછે કે જેમ જેમ ટેકાથી તે ઉચ્ચાલકસુધીનું અંતર વધારતા જઈશો તેમ તેમ ઉચ્ચાલક ઓછું જોઈશું. તેમજ જાંહાંસુધી ઉચ્ચાલ્યને તેની તરફના અંતરે ગુણીયે તે ગુણાકારની બરોબર થાય તાંહાંસુધી ઉચ્ચાલ્ય તરફનું અંતર ઓછું કરતા જઈએ તોપણ સમતોલન ઉત્પન્ન થશે. ઉચ્ચાલક અને ઉચ્ચાલ્યનું પ્રમાણ ગણતી વખતે, તે ઉચ્ચાલનના લાંબા ટુંકા ભાગની જીદી જીદી લંબાઈ તરફ સારીપેકે ધ્યાન રાખવું જોઈએ. વજન અને અંતરને માટે ગમે તે જાતના

એકમ લીધા તો ચાલશે, માત્ર એટલું જ થવું જોઈએ કે એક તરફ એક જ જાતના એકમ કામમાં આવે. જો ટુંકા છેડાનો એકમ ઇંચ હોય તો લાંબા છેડાનો એકમ પણ ઇંચ જ લેવો. અને એ જ રીતે જો એક છેડાના વજનનો એકમ નવટાંકી હોય તો બિજા છેડાના વજનનો એકમ પણ નવટાંકી જ લેવી.

પેહેલી જાતના ઉચ્ચાલનનો નીચેનો એક જાણીતો દાખલો છે. જો એક ભારે અને એક હલકો એવા બે છોકરાઓ એક પાટિઆના બંને છેડાઉપર બેસે તો તે પાટિઆને સમતોલ રાખવા સારું હલકા કરતાં ભારેને ટેકાની પાસે બેસવું પડશે. મનમાં આણું કે પાટિઉં (૮) ફુટ લાંબું છે, તથા (વ) અને (ક) એક વજનો છોકરાઓને ટેકાણે છે; તેમાં નાહાનું ૫૦ શેરનું છે અને તે ટેકાથી ચાર ફુટ આધું છે તેટલામાટે તેનું વેગમાન $50 \times 4 = 200$ થશે; અને મોટું વજન ૧૦૦ શેરનું છે માટે હલકાને સમતોલ રાખવા સારું તે ટેકાથી માત્ર (૨) ફુટ દૂર રાખવું પડશે, કેમકે તારે તેનું પણ વેગમાન $2 \times 100 = 200$ થશે: એઉપરથી એવું નિકળે છે કે ઉચ્ચાલનના જે ભાગને છેડે ઉચ્ચાલ્ય લટકાવ્યું હશે, તે બિજા છેડા કરતાં બમણો, ત્રમણો અથવા ચારગણો વધારે હશે તો સમતોલન થવા સારું લાંબા ભાગના છેડાઆગળ ઉચ્ચાલકનું વજન પણ તે જ પ્રમાણે ઉચ્ચાલ્યના કરતાં બમણું, ત્રમણું અથવા ચારગણું હલકું જોઈશે.

આકૃતિ ૬૧.



ધણાં એક હથીઆરો ને સાધારણ ઉપયોગમાં આવેછે, તેઓ આ જાતનાં ઉચ્ચાલનના મૂળ તત્વ ઉપરથી બનેલાં છે. લઠાઈની વખતે ગોલંદાજ લોકો તોપને નીચી ઉંચી કરવા સાર, એક લાંબું ઉચ્ચાલન ને લોહાડાના મજબુત ખીલઉપર નીચેઉપર યાયછે, તેનો ઉપયોગ કરેછે.

સલાટ સુધાર વગેરે કારીગર લોકો ભારે વજન થોડું એક ઉંચકવું હોયછે તારે પ્રાયઃ સાંગ કામમાં લેછે. લોહોડાની નરાજથી ચોર લોકો ખારણાને ભાંગીને ઉઘાડેછે તથા તાળાને અને મીજગરાને મચરડી નાખેછે. હુહારની ધમણનો વાંસ એ પણ પેહેલી જાતના ઉચ્ચાલનનો એક દાખલો છે; તેમાં ને લાકડાઉપર તે વાંસ રેહેછે તે ટેકો, હાથનું બળ એ ઉચ્ચાલક, અને ધમણ એ ઉચ્ચાલ્ય. એવે સમયે ટેકાણે ટેકાથી તે ઉચ્ચાલકસુધીનું અથવા જાંઠાં શક્તિની યોજના કરીચેઁએ તાંહાંસુધીનું અંતર, ટેકાથી તે ઉચ્ચાલ્ય ને છેડે છે તે છેડાસુધીનાં અંતર કરતાં જેટલાગણું મોટું હરો તેટલાગણી શક્તિનો લાભ થરો. એ સ્પષ્ટ છે કે ઉચ્ચાલનના બેઉ ભાગ બરોબર હરો ધ્યાને ઉચ્ચાલક અને ઉચ્ચાલ્ય એ બેઉની વચ્ચેય ટેકો હરો, તો કાંઈ નફો થરો નહીં, કેમકે તેઓ સમાન વખતમાં સરખા નીચેઉપર જાયછે: અને

એ પાછળ દેખાડેલું છે કે જો નફો મેળવવો હોય અથવા ઉચ્ચાલક ઓછું કરવું હોય તો કાળ વધારે ગુમાવવો જોઈએ; પણ ઉપર કહ્યા પ્રમાણે બનવાથી કાળની કાંઈ હાની થતી નથી તેથી કરીને રાજિતનો લાભ પણ થરો નહીં. કાતરના બંને પાંખીયાં પણ એક સાધારણ ટેકા-માં એકઠાં થયલાં એજ જાતનાં એ ઉચ્ચાલન છે. જે સ્થળે તે એ ઉચ્ચાલનને જડ મારેલી છે તે ખિંદૂ તે-ઓનો ટેકો, આંગળિઓ ઉચ્ચાલકને ડેકાણે છે, અને જે પદાર્થ કાતરવાનો છે તે ઉચ્ચાલ્ય જાણવો; તેટલા-માટે જોણી પાસથી પાંખીયાંને પકડીએ છેએ તે છેડા જેમ લાંબા, અને જે તરફથી કાપીએ છેએ તે છેડા જેમ ટુંકા હશે તેમ ધણું સેહેલથી કતારશે. ગુલ કાતરવાની કાતર પણ એજ જાતનું ઉચ્ચાલન છે; સાણસી, કાતર વગેરે બિજાં એવી જાતનાં હથીઆરો પણ એજ જાતનાં ઉચ્ચાલનો છે, અને જે છેડો દાખાવે છેએ તે છેડો બિજા છેડાકરતાં જેમ લાંબો હોયછે તેમ રાજિતનો લાભ થાયછે.

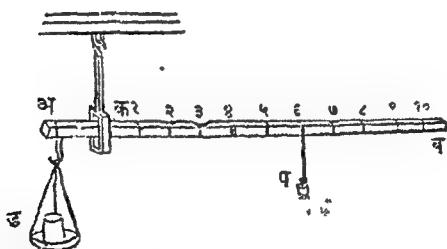
તાજવું એ પણ ઉચ્ચાલન છે, જે ખિંદૂને આધારે દાંડી રેહેછે તે તેનો ટેકો, અને બંને પલ્લામાંહેના વ-જનોમાંથી એક ઉચ્ચાલક અને એક ઉચ્ચાલ્ય. ઉચ્ચા-લનની યોજનાનો આ એક ધણો ઉપયોગી અને મ-નોરંજક દાખલો છે. જારે બંને પલ્લામાં બરોબર વ-જનો સુકેલાં હોયછે તારે દાંડી ક્ષિતિજસમસૂત્ર સ્થિતી-માં એટલે પાધરી રેહેછે, કેમકે બંને વજનો બરોબર છે માટે ટેકાથી તે બંને વજનો સુધીનાં અંતરોને પોત-

પોતાનાં વજને ગુણ્યાં, તો ગુણ્યાકાર ખરોખર થશે, અને એટલામાટે ખંને વજનો પહોંચે તેકાની આસપાસ એક બિંબના વિરુદ્ધ માર્ગમાં ખરોખર નમાવશે, અને તેથી ખંનેનો વ્યાપાર બંધ પડશે; અને એજ કારણ માટે ખંને પહોંચે આવી હતાં, તારે જે સ્થિતીમાં હતાં, તેજ સ્થિતીમાં એ બહુ યંત્ર રહેશે. એ પણ સ્પષ્ટ છે કે જારે ખંને પહોંચે ખરોખર વજન હશે તારેજ દાંડી ક્ષિતીજસમસૂત્ર સ્થિતીમાં રહેશે; કેમકે જે એક વજન બિંબ કરતાં ભારે હોશે તો, દાંડી હમેશાં જેણી તરફ ભારે વજન હશે તેણી તરફજ નમશે.

દગલખાણ કરવાસાથે ઘણી એક વાર લોકો જુઠાં તાજવાં બનાવેછે; એ હિકમત એવી રીતે કરેછે કે જેણી-મેર તોજવાનું વજન લટકાવેછે તેણીમેરની દાંડી, જેમાં કાટલાં મુકેછે તેણીમેરની દાંડી કરતાં લાંબી રાખેછે, અને એપ્રમાણે થવાથી કાટલાં તરફની દાંડી તોજવાનાં વજન તરફની દાંડી કરતાં જેટલીઓછી હશે તેટલા-ગણું વજન વધારે કરી અપાયછે. તોજવાનો પદાર્થ અને કાટલાં એ ખંનેને અદલબદલ પહોંચે મુક્યાથી દગલખાણ તરત મુકાશે. જે પદાર્થનું ખં વજન જાણવું હશે તો તે નીચેની રીતિ પ્રમાણે માલમ પડશે: “જેહ પહોંચે તે પદાર્થને વારાફરતી તોજ, અને તે ખંને ખોટાં વજનોને, અસ્પર્શ ગુણ, પછી તે ગુણ-કારનું વર્ગમૂળ તે પદાર્થનું ખં વજન થશે.” એવું ધાર કે એક પદાર્થનું વજન એક પહોંચે ૧૨ રોર અને બિંબમાં ૮૩ રોર થાયછે; હવે ૧૨ ને ૮૩ વતી

ગુણ્યા તો ગુણ્યાકાર ૧૦૦ થશે, અને એનું વર્ગમૂળ ૧૦ છે કેમકે $૧૦ \times ૧૦ = ૧૦૦$ થાયછે: તેટલામાટે તે પદાર્થનું ખરું વજન ૧૦ શેર છે એમ જાણવું.

કંપાણ અથવા તોળાટ લોકો વાપરેછે તે કાંટો પણ એજ જાતનાં ઉચ્ચાલનનો બિંબો દાખલો છે. એ કાંટો એક ઉચ્ચાલનથી બનેછે, અને તેનો એક છેડો લાંબો અને એક છેડો ટુંકો હોયછે; તેના સમભાગ કીધેલા છે અને તે ભાગ (ક) ટેકાની ઉંચેનીએ હાલેછે એવો હોયછે, (અ) ટુંકો ભાગ અને (વ) લાંબો ભાગ છે, (ક) પદાર્થ અથવા ઝોળી જે પદાર્થ તોળવાનો હોય તેને મુકવાને સાહે છે, અને (વ) એક નાહાનું વજન તે સ્કેલરૂપ દાંડી ઉપર આગળ પાછળ ખસેડાય એવી રીતે મુકેલું છે. ૬૨ માં આકૃતિ જો. પદ્ધતિમાંહેનાં વજનને આકૃતિ ૬૨.



સમતોલ રાખવા સાહે તે વજનને જે બિંદુસુધી ખસેડવું પડેછે તે બિંદુઆગળનો તે દાંડી ઉપરનો આંકડો તે પદાર્થનું વજન દેખાડેછે: ઉદાહરણ, જો (વ) નું વજન એક શેર હશે, અને તેને તે દાંડીઉપર (૮) મા

ભાગ ઉપર લટકાવેલું હશે, તો એ સ્પષ્ટ છે કે (વ) વજન પોતાના કરતાં આઠગણા ધ્યાને આઠ શેરના વજનને (ક) આગળ સમતોલ રાખશે.

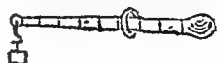
ચીના લોકો નાહાની વસ્તુઓ તોળવાસાર એક હ-લકો કાંટો કામમાં લે છે; તે કાંટાની દાંડી લાકડાંની હોય છે અને તેને આસરે છ ઇંચ લાંબી રાખે છે; તે દાંડી-માં એક ઠેકાણે નીચેને છેડેથી ગાંઠ બાંધેલો રેશમનો દોરો પોરવેલો હોય છે, અને તે ગાંઠ તેના ટેકાને ઠેકાણે આલે છે; તેના લાંબા છેડા ઉપર અસેડાય એવું એક વજન લટકાવેલું હોય છે તથા બિજા ટુંકા છેડા ઉપર એક નાહાનું પદલું બાંધેલું હોય છે.

સુતર તોળવાના કામમાં આવે છે તે કાંટી ઉપર કહેલાં કાંટાકરતાં એટલીજ જુદી પડે છે કે, તેની અંદર ઉચ્ચાં-લ્ચ સ્થિત હોય છે અને ટેકો ફેરવે. તે ઘણી સહેલથી બને છે, કેમકે તેને તૈયાર કરવાને માત્ર એક લોહોડાનો સીધો ગળ્યો ખસ છે; તે ગળ્યાનો એક છેડો ભારે કીધેનો હોય છે, તથા તેને બિજા છેડે આંકડો જડેલો હોય છે, ટેકાને ઠેકાણે એક છેડાથી તે બિજા છેડાસુધી ખસે એવી કડી હોય છે; અને તોળતી વખતે કડીનેજ આધારે ખરું ચંત્ર લટકે છે. જે પદાર્થ તોળવાનો હોય છે તેને આંકડામાં ભેરવે છે, અને જે સ્થળે ટેકો રજાથી સમતોલન ઉત્પન્ન થશે ત્યાં તેને ખસેડી લઈ જાય છે. પછી દાંડીઉપર જે આંક હોય છે તેણે કરીને પદાર્થનું વજન સમજાય છે. તે આંક પ્રથમ પાડવા હોય તોરે, ૧, ૨, ૩, ઇત્યાદિ શેરનાં વજનો વારાફરતી આંકડે

ટાંગવા, પછી તેમને સમતોલ રાખવાસારે જે જે સ્થળે ટેકો ખસેડવો પડે, તે તે સ્થળ

આંક કરવાની જગો જાણવી.

આકૃતિ ૬૩.



એક સીધી લાકડાની પટ્ટી, જેના ઉપર બરોબર અંતરે નિ-

શાની કીધેલી હોયછે, તથા જેને મધ્યભાગે ખીલી ખોરીને આધાર આપેલો હોયછે, તે થકી ઉચ્ચાલન-વિશે પ્રયોગ કરવાને ધણું સુતર પડેછે. નીચે કહેલા થોડાએક પ્રયોગ એ સાંચાએ કરીને કરી દેખાડારો, અને એથી શિખનારાઓને એ સ્પષ્ટ જાણારો કે ઉચ્ચાલન અને ઉચ્ચાલકનાં અંતરમાં વધ ઘટ કીધાથી મરજી માફક પ્રયોગ બની શકરો.

જે બરોબર વજનોને એક સીધાં ઉચ્ચાલન ઉપર લંબ માર્ગમાં લટકાવ્યાથી જે કાર્ય ઉત્પન્ન થરો તે, તે બેઉ વજનોને તે બજોનાં અંતરના મધ્યભાગે લટકાવ્યાથી જે કાર્ય થાત તેની બરોબર થરો. મનમાં આણ કે

(અવ) એક સીધું ઉચ્ચાલન છે,

આકૃતિ ૬૪.

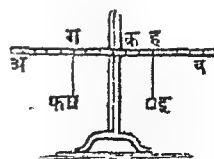
(આકૃતિ ૬૪.) અને તેના (ક)

ટેકાથી (વક) અને (અક) એ

બે ભાગો બરોબર અંતરે છે; તે-

ટલામાટે તે ઉચ્ચાલન (ક) ટેકા

ઉપર સમતોલ રેહેરો. ધાર કે તે



ઉચ્ચાલન ઉપરના ભાગ એક એક ઇંચના છે; હવે છ

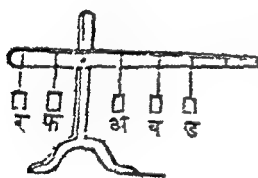
ઑંસનું એક (ઈ) વજન (ક) ટેકાથી ત્રણ ઇંચ દૂર લટ-

કાવું, અને બિનું તેટલાજ ઑંસનું (ફ) વજન તે ઉ-

આલનની ખિજી તરફ (ક) આગળથી તેટલુંજ આધું લટકાવ; તારે એ સાફજ છે કે ઉચ્ચાલન હજી પણ સમતોલજ રહેશે: પણ જો છ છ ઓસ વજનના (દ) અને (ફ) વજનને લટકાવ્યાને બદલે ત્રણ ત્રણ ઓસનાં જો વજન પ્રત્યેક બાજુએ બરોબર અંતરે લટકાવ્યાં તો તેથી પણ તેજ ફળ ઉત્પન્ન થશે; અને તે વજનો (ગ) અને (હ) થકી ગમે તેટલાં નીચે ટાંગ્યાં તોપણ તેમનાં કાર્યમાં કાંઈ અંતર પડશે નહીં, માત્ર એટલુંજ થવું જોઈએ કે તે બેઉ સમાન અંતરે રહે.

એજ રીતે, જો કેટલાંએક વજનોના વ્યાપાર ટેકાની જુદી જુદી બાજુ તરફ થાય, અને જો ઉચ્ચાલનને એક બાજુ તરફ નમાવનારાં બધાં વજનોનાં વેગમાનનો સર્વાંજો, ઉચ્ચાલનને ખિજી બાજુ તરફ નમાવનારાં બધાં વજનોનાં વેગમાનના સર્વાંજો બરોબર થાય, તો તારે

આકૃતિ ૫૬.



પણ સમતોલન ઉત્પન્ન થશે.

૬૫ મી આકૃતિમાં ધાર કે ટેકાની એક બાજુ તરફ ત્રણ વજનો ટાંગેલાં છે; એવાં કે બે ઓસનું (અ) વજન એક ઇંચના અંતર ઉપર અને ત્રણ

ઓસનું (વ) વજન બે ઇંચના અંતર ઉપર અને ચાર ઓસનું (હ) વજન ત્રણ ઇંચના અંતર ઉપર; તારે

(અ) નું વેગમાન, ૨×૧ અથવા, ૨ છે

(વ) નું વેગમાન, ૩×૨ અથવા, ૬ છે

અને (હ) નું વેગમાન, ૪×૩ અથવા, ૧૨ છે.

તેમલા માટે બધાં વેગમાનોનો સર્વાંજો ૨૦ થશે.

જો તે ઉચ્ચાલનની બિંદુ બાજુ ઉપર બિંદુ બે વ-
જન આપણે ટાંગીયે; તેમાં (ક) આઠ ઓસનું ટેકાથી
બે ઇંચના અંતર ઉપર, અને (ખ) ચાર ઓસનું એક
ઇંચના અંતર ઉપર; તો

(ક) નું વેગમાન, ૮×૨ અથવા ૧૬ થશે

(ખ) નું વેગમાન, ૪×૧ અથવા ૪ થશે

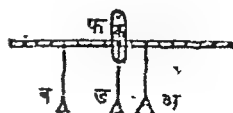
૨૦

હવે એ બેઉ તરફના વેગમાનનો સર્વાંગો ખરોખર થા-
યછે માટે ઉચ્ચાલન સ્થિર રહેશે.

મનમાં આણુ કે (ક) ટેકાથી બે ઇંચના અંતર
ઉપર છ ઓસનું (અ) વજન લટકાવેલું છે, હવે જો ત્રણ
ત્રણ ઓસનાં (વ) અને (ક) બે વજનોને બિંદુ બાજુ
તરફ ટેકાથી બે ઇંચને અંતરે (ખ) આગળ લટકાવ્યાં તો
સમતોલન ઉત્પન્ન થશે: પણ જો તે બેઉ વજનોને (ખ)
આગળથી બે બે ઇંચ વિરુદ્ધ માર્ગમાં ખસેડ્યાં તો (ક)
વજનનો વ્યાપાર ખરોખર (ક) બિંદુ ઉપર થશે, અને એ
ઉઘાડું છે કે એના જોરથી ઉચ્ચાલન એકતરફ નમશે
નહીં; અને એકલું (વ) વજન (અ) વજનને સમતોલ
રાખશે, કેમકે (વ) નું વજન ત્રણ ઓસનું છે અને
તે ટેકાથી ચાર ઇંચ દૂર છે

આકૃતિ ૬૬.

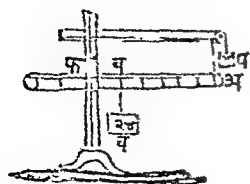
માટે તેનું વેગમાન જે ૩×૪
= ૧૨ થાયછે, તે (અ) ના
વેગમાનની ખરોખર થાયછે,
કારણ કે (અ) નું વેગમાન
પણ $૬ \times ૨ = ૧૨$ છે.



આગળનાં ઉદાહરણો ઉપરથી સાફ માલમ પડે છે કે પદાર્થ જેટલા ઓસનો હોય તે ઓસના આંકડાને ટેકાથી તે જેટલા ઇંચિના અંતર ઉપર હોય તે ઇંચિના આંકડાએ વતી ગુણિયે, ને જો પ્રત્યેક બાજુ તરફના ગુણાકાર ખરોખર થાય તો તે ઉચ્ચાલન સમતોલ રહેશે એ ઉપરથી આપણને સીધા ઉચ્ચાલનનો નિયમ માલમ પડે છે કે “હર કોઈ ખે વજન જે ઉચ્ચાલનને જુદા જુદા માર્ગમાં નમાવે છે તથા જેઓનો વ્યાપાર બંને ભાગ ઉપર લંબ માર્ગમાં થાય છે તેઓના જો પ્રત્યેક બાજુ ઉપરના વજનના અંકનો અને અંતરના ઇંચિના અંકનો ગુણાકાર ખરોખર થાય તો તે બંને વજન એક બિજાને સમતોલ રાખશે.”

બિજી જાતનું ઉચ્ચાલન.

બિજી જાતના ઉચ્ચાલનમાં ટેકો અને ઉચ્ચાલકની વચ્ચે ઉચ્ચાલ્ય હોય છે. પાસેની આકૃતિમાં (અ) થી તે આકૃતિ ૬૭.



(વ) સુધીની લિટી લાંબો ભાગ દેખાડે છે, અને (વ) થી તે (જ) સુધી ટુંકો ભાગ દેખાડે છે; (વ) હંચકવાનું વજન ઇંચાને ઉચ્ચાલ્ય છે, અને (વ) ઉચ્ચાલક છે. પેહેલી જાતના

ઉચ્ચાલન પ્રમાણેજ એ ઉચ્ચાલને કરીને પણ ટેકાથી તે ઉચ્ચાલ્ય મુખીના અંતર કરતાં ટેકાથી તે ઉચ્ચાલક મુખીનું અંતર જેમ વધારે હોયછે તેમ નફો થાયછે. ઉદાહરણ, જો (પ) ઉચ્ચાલક ચાર ઔસનું હોય અને તે ટેકાથી છ ઇંચને અંતરે હોય, તો એ ઉચ્ચાલક, ૨૪ ઔસ વજનના (વ) ઉચ્ચાલ્યને ટેકાથી એક ઇંચને અંતરે મુક્યું તો તેને સમતોલ રાખશે, કેમકે બંનેના વેગમાન $(૪ \times ૬ = ૨૪)$ અને $(૨૪ \times ૧ = ૨૪)$ બરોબર થાયછે. જો (વ) ઉચ્ચાલ્ય (ફ) અને (અ) ની વચ્ચે હોશે, તો તેના અર્ધા ભારને ટેકાનો આધાર મળશે, અને બાકીના અર્ધાને (પ) આગળનું ઉચ્ચાલક સમતોલ રાખશે; પણ આ ટેકાણે તે ઉચ્ચાલક ૪ ને ટેકાણે ૧૨ ઔસનું જોઈશે; અને ઉચ્ચાલ્ય ગમે તેટલા વજનનું હશે પણ જો તે (ફ) અને (અ)ના અંતરના મધ્યભાગે હશે તો તેને સમતોલ રાખવામારૂં (પ) આગળ તેના કરતાં અર્ધા વજનનું ઉચ્ચાલક જોઈશે. ચાર ઔસ વજનના (પ) ઉચ્ચાલકનો બ્યાપાર તેના માથા ઉપરની ધરેડી ઉપર બનેછે માટે તે ચક્રના આંસ ઉપર તે ઉચ્ચાલકનાં વજનથી બમણાં વજનનો એટલે (૮) ઔસનો ભાર પડેછે; (એ વાતનો ખુલાસો કપ્પીનો વિચાર કરતી વેળાએ થશે) અને (ફ) ટેકા ઉપર કેટલું દાખણ થાયછે એ જો જાણવું હોય તો ઉચ્ચાલ્યના ૨૪ ઔસ વજનમાંથી ઉચ્ચાલકના ચાર ઔસ બાદ કરવા જોઈએ, એટલે (૨૦) બાકી રહેશે તે દાખણ; એ ઉપરથી નિકળેછે કે, ટેકા ઉપરનું અને ચક્રના આંસ

૧૧૨ બિજ્જાતના ઉચ્ચાલનના વ્યવહારીક ઉદાહરણો.

ઉપરનું મળીને બહું દાખલ (૨૮) ઔસનું છે, અને એ (૨૮), ઉચ્ચાલક અને ઉચ્ચાલ્યના દાખલના સર્વાંગા પરોખર છે.

બે માણસ સાકઠીએ વતી કાંઈ બોજ ઉંચકી લઈ જાયછે, જેમ કે કાંઈ ભારી પીપ અથવા નાલકો એ બિજ્જાતનાં ઉચ્ચાલનના વ્યવહારીક દાખલા છે. એ બંને ઉદાહરણનું મૂળતત્ત્વ એકજ છે; કેમકે તે બેમાંથી એક ટેકાની જગોએ છે અને બિજો ઉચ્ચાલકની જગોએ છે. જો સાકઠીનાં મધ્ય આગળથી પીપ લટકાવું હશે તો પ્રત્યેક માણસને તેનો પરોખર અર્ધો ભાર સેહેવો પડશે; પણ જો તે પીપ એક માણસ કરતાં બિજાની નજીક હશે, તો જે માણસની તરફ ટુંકો છેડો હશે તે માણસને જેની તરફ લાંબો છેડો હશે તેના કરતાં વધારે ભાર સેહેવો પડશે. ધારો કે પીપ છ માણસનું છે અને જાંઠાંથી સાકઠીએ લટકાવેલું છે, તે બિંદુ એક માણસની આંધથી ત્રણ ફુટ દૂર છે; અને બિજાની આંધથી છ ફુટ દૂર છે; માટે પેહેલાને બિજા કરતાં બમણો ભાર ઝીલવો પડશે, કેમકે પેહેલાને ચાર માણસો બોજ ઉંચકી જવો પડશે, પણ બિજાને તો માત્ર બે માણસો ઉંચકવો પડેછે, કારણ કે ચાર અને ત્રણનો ગુણાકાર બે અને છ ના ગુણાકારની પરોખર છે.

ભારે માલની ગાંસડી ઉંચકતી વેળાએ જે ધુંધાનો અથવા સાકઠીના કડકાનો ઉપયોગ થાયછે તે પણ એ જાતનાં ઉચ્ચાલનનો દાખલો છે; તેની અંદર એક છેડો હાથે વતી ઉંચો કરવો પડેછે અને બિજો છેડો જમીન

ઉપર રેહેછે. ૬૮ મી આકૃતિમાં બોંચે એ ટેકો છે, હાથની શક્તિ ઉચ્ચાલક છે, અને તે ગાંસડી ઉચ્ચાલ્યને ઠેકાણે છે.

આકૃતિ ૬૮.



કેરી કાપવાનો લાકડામાં જડેલો છરો જેને મુડો કહેછે તે પણ એજ જાતનાં ઉચ્ચાલનનો આકૃતિ ૬૯. દાખલો છે. તેની (અ) જડ ટેકો, (વ) હાથા આગળ જે શક્તિની યોજના કરિએ છેએ તે ઉચ્ચાલક, અને (હ) કેરી અથવા મોળવાની વસ્તુ તે ઉચ્ચાલ્ય.



નરમાદા ઉપર ફરતું ખારણું પણ એજ જાતનું ઉચ્ચાલન છે. તેમાં ખારણું એ ઉચ્ચાલ્ય, નર એ ટેકો, અને જે માણસ ખારણું ઉઘાડેછે અથવા દેછે તે ઉચ્ચાલક; પ્રથમ દેખાડેલું છે કે જેમ જેમ ટેકાથી ઉચ્ચાલક આધું હોયછે તેમ તેમ ઉચ્ચાલ્ય ધણુંજ સહેલમાં ખસેડાયછે તે ઉપરથી એ સ્પષ્ટ છે કે, જે ભારે ખારણાને ઉઘાડવા સાર નરની પાસેના ભાગ ઉપર જોર કીધું તો ભારે મુશકેલી પડશે, પણ જે હંમેશા પ્રમાણે ઉઘાડીશું તો ધણું સહેલ પડશે. આંગળી ખારણું દેતી વખતે નરમાદાની પાસે આવેછે તારે ધણી કેમ કચડાયછે તેનું કારણ એ જાતનાં ઉચ્ચાલનના વિચારથી

માલમ પડેછે; એ ઠેકાણે ખારણાના વેગમાનનો વ્યાપાર ધયાસ્થિત લાંખા ઉચ્ચાલને કુરીને નરમાદની પાસે ને પ્રતિબંધ હોયછે તેના ઉપર બનેછે.

હેલેસાં, વાહાણના સુકાન અને દાદરનું ઢાંકણું એ પણ એજ જાતનાં ઉચ્ચાલનના દાખલા છે. માણસ હેલેસાં મારેછે તે ઠેકાણે પાણી એ ટેકો, ને માણસ હેલેસાં મારેછે તે ઉચ્ચાલક, અને હોડી એ ઉચ્ચાલ્ય. સુડી એ પણ બિજી જાતના બેવડાં ઉચ્ચાલનનો એક દાખલો છે; તેની જડ તે ટેકો, સોપારી એ ઉચ્ચાલ્ય, અને હાથ ને બે પાંખીઆંઆને દાખેછે તે ઉચ્ચાલક.

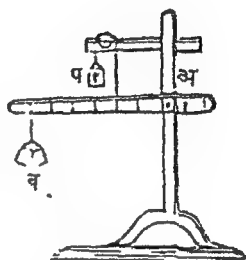
ચારઠના બે ઘોડાઓ નરમ ગરમ હોય, અને તેઓ પાસેથી તેઓની શક્તિ પ્રમાણે ભાર ખેંચાવવો હોય, તો ને આડું લાકડું ગાડીસાથે બાંધેલું હોયછે તેને એવી રીતે રાખેછે કે જખરા પાસેથી નખળા કરતાં નેટલાગણું વધારે ખેંચાવવાનું હોયછે તેટલાગણો નખળા કરતાં જખરા તરફનો છેડો ટુંકો રહેછે.

એક પધડાંવાળી ગાડીનું મૂળતત્વ પણ એજ જાતના ઉચ્ચાલન ઉપરથી સમજશે. ને ઠેકાણેથી જમીનને પધડું દાખેછે તે ટેકો, ગાડીમાંહેનો ભાર તે ઉચ્ચાલ્ય અને ને માણસ તેના બે ધોરીઆને હંચા કુરીને ખેંચી લઈ જાયછે તે ઉચ્ચાલક; ગાડીમાં ભાર જેમ જેમ પધડાંની પાસે મુકીશું તેમ તેમ તેને હંચકવાને સેહેલ પડશે, કેમકે તેવું ક્રીધાથી ઉચ્ચાલક ટેકાથી ઉચ્ચાલ્ય કરતાં વધારે દૂર રહેછે.

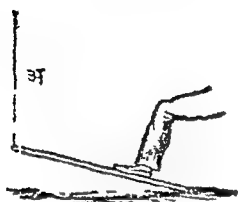
ત્રિજી જાતનું ઉચ્ચાલન.

ત્રિજી જાતના ઉચ્ચાલનમાં ઉચ્ચાલક, ટેકો અને ઉચ્ચાલ્ય એ બેની વચ્ચે હોય છે. પા-
સેની ૭૦ મી આકૃતિમાં (અ)
ટેકો છે, (પ) ઉચ્ચાલક છે,
અને (વ) ઉચ્ચાલ્ય છે: એની
અંદર ઉચ્ચાલ્ય, ઉચ્ચાલક કરતાં
ટેકાથી વધારે દૂર છે તેથી તેને
ઉચ્ચાલક કરતાં લાંબા પલ્લામાં
ગમન કરવું પડશે; એટલામા-
ટેજ ટેકાથી તે ઉચ્ચાલ્યસુધીનું અંતર ટેકાથી તે ઉચ્ચા-
લક સુધીનાં અંતર કરતાં જોડું વધારે હોશે, તેટલુંજ
ઉચ્ચાલ્ય કરતાં ઉચ્ચાલક વધારે જોડશે,—એટલે, જો
આર આંસ વજનના ઉચ્ચાલ્યને ટેકાથી છ ઇંચ અંતર
ઉપર સમતોલ રાખવું હશે, તો ટેકાથી બે ઇંચ અંતર
ઉપર ૧૨ આંસ વજનનું ઉચ્ચાલક મુકવું પડશે. અને
એ જાતનાં ઉચ્ચાલનથી ઉચ્ચાલ્યને ખસેડવાને શક્તિની
હાની થાય છે તેથી કરીને, જાંહાં માત્ર વેગનોજ ખપ
હોય છે. અને બળની દરકાર હોતી નથી તેવા પ્રસંગશિ-
વાય એ જાતનાં ઉચ્ચાલનનો ક્વચિતજ ઉપયોગ થાય છે.
ચરખ ફેરવવાનું પાટિયું એ જાતનાં ઉચ્ચાલનનો દાખ-

આકૃતિ ૭૦.



આકૃતિ ૭૧.

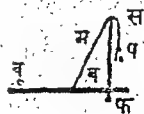


લો છે. ૭૧ મી આકૃતિ જો; જમીનના જે ભાગઉપર પાટિયાનો એક છેડો રેહેછે તે ભાગ રેકો, ટેકાથી થોડેએક અંતરે પાટિયા ઉપર કામ કરનાર માણસ જે પગથી દાખણુ કરેછે તે ઉચ્ચાલક, અને પાટિયાના

જે છેડાને દોરીએ વતી ઉપરની તરફ કાંક સાથે બાંધેલો હોયછે તે છેડા આગળ ઉચ્ચાલ્ય. હવે એ ટેકાણે તે માણસ જોવો પાટિયાને નીચેની તરફ દાખેછે તેવોજ તે છેડો પાછો કાંકના જોરથી ઉપરની તરફ આવેછે, અને એ પ્રમાણે એક સરખો વ્યાપાર સેહેજ ઉત્પન્ન થાયછે.

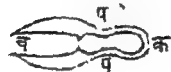
જોરે લાંબા ભાગને જલદીથી મોટા પહામાં ગમન કરવાનું હોયછે તોરેજ ફક્ત આ જાતનું ઉચ્ચાલન કામમાં આવેછે, તેથી કરીને ખસુસ ઉચ્ચાલ્ય કરતાં ઉચ્ચાલક હંમેશા વધારે બળનું જોઈરો. જે નિસરણી એક બાજુએથી કહરાને અડેલીને મુકેલી હોયછે તેને સીધી ઉભી કરવી હોયછે, તે વેળાએ તે આ જાતનાં ઉચ્ચાલનનો દાખલો છે. પ્રાણિયોના શરીરમાં ત્રિજી જાતના ઉચ્ચાલનનો ઉપયોગ ઘણી મઝેથી થયો છે; જગત કર્તાએ પ્રાણિયોના શરીરમાંહેના અવયવોનું જલદીથી ચલન વલન થાય માટે સ્નાયુની શક્તિ ચલનમધ્યની ઘણીજ નજીક મુકી છે, ને વળી શક્તિ પણ એટલી બધી મુકી છે કે જો તેઓના અગ્ર ભાગ ઉપર ભારે બોજો

મુક્યો તો પણ તેઓ પોતાના અવયવો ઉંચકી શકે છે. આપણે હાથે વતી હરકોઈ બોલ ઉંચકીએછીએ તે, અથવા દાંતે વતી કઠણ પદાર્થ ભાંગીએછીએ તે, એ જાતના દા-અણ છે. એ રચના પ્રાણિયોને ઘણીજ માફક છે કે મદે ઘણું કરીને એવે સધળે પ્રસંગે સહેલથી અને ઝ-ઉપથી કામ થાય એવો ઉત્તુ હોય છે, ભારે ખજ કરવા-ની કાંઈજ જરૂર હોતી નથી. હાથનું ઉદાહરણ લીધું તો, જરૂરે આપણે હરકોઈ પદાર્થને ઉંચકીએછીએ તારે જે સ્નાયુ ખભા આગળથી કોહોણી તરફ નીચે ચાલ્યા આપ્યા છે તેનો વ્યાપાર તે પદાર્થ ઉપર બને છે, અને કોહોણીથી તે હથેલી મુધીના અંતરના એક દશાંશને આસરે તે સ્નાયુ કોહોણીથી નીચેની તરફ હોય છે. હવે કોહોણીની આ-સપાસ તેની નીચેની તરફના હાથનો ભાગ ફરે છે તેથી તે તેનું ચલનમધ્ય છે, અને એટલામાટે ઉંચકવાના પદાર્થ કરતાં સ્નાયુને દશગણ વધારે ખજ કરવું પડશે. જોતાં પહેલાં તો એમ માલમ પડે છે કે એમા ગેર નફો છે, પણ શક્તિમાં જે નુકસાન પોહોંચે છે તેને બદલે વેગ-માં નફો થાય છે, અને એપ્રમાણે માણસ જાતને નાના પ્રકારનાં કાર્ય કરવાનાં છે તે કરવા સારૂ સારી યોગ્યતા મળેલી છે. ૭૨ મી આકૃતિમાં (ક) કોહોણી અથવા ટેકો છે; (પ) ઉચ્ચાલકનો વ્યાપાર (સ) આકૃતિ ૭૨. ખભા આગળથી આકુચન થાય એવી (મ) સ્નાયુમાં રહીને બને છે, અને (વ) કોહોણીથી તે પંચા મુધીનો હાથ-નો ભાગ દેખાડેલો છે; (વ) હાથમાં



લીધેલું વજન અથવા ઉચ્ચાલ્ય દેખાડે છે. (મ) સ્નાયુ માણસની ઇચ્છાના જોરથી અથવા (પ) શક્તિથી ચોડી-એક આકુંચન થયાથી, કોહોણી અથવા ટેકા આગળથી હાથને વાંકો વાળીને, વજન અથવા ઉચ્ચાલ્ય જે હાથમાં હોય છે તેને ઉંચકે છે.

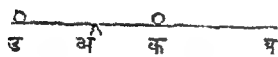
ઉન કાતરવાની કાતર ત્રિજી જાતનું ખેવડું ઉચ્ચાલ-આકૃતિ ૭૩. ન છે, (આકૃતિ ૭૩ મી); (ક) કમાન એ ખંને ઉચ્ચાલનનો ટેકો છે; (પ, પ) રથજે જે હાથ લગાડીએ છે એ તે ઉચ્ચાલક, અને કાતરવાનું જે ઉન તે ઉચ્ચાલ્ય.



ચીપીઓ પણ ત્રિજી જાતના ખેવડા ઉચ્ચાલનનો દાખલો છે.

ખિજી અને ત્રિજી જાતના ઉચ્ચાલનમાં જો, ઉચ્ચાલક ઉચ્ચાલ્યને સમતોલ રાખે, તો ટેકાથી ખંને તરફના અં-

આકૃતિ ૭૪.



તરો વ્યુત્ક્રમ પ્રમાણમાં થશે.

જો પાસેની ૭૪ મી આકૃતિ-

માં એવું ધારિયે કે (અ ક વ)

લિટી ખિજી જાતના ઉચ્ચા-

લનને દેખાડે છે, અને (વ) આગળનું ઉચ્ચાલક (ક)

આગળના ઉચ્ચાલ્યને સમતોલ રાખે છે, તો ઉચ્ચાલક

અને ઉચ્ચાલ્ય તેઓના વ્યુત્ક્રમ પ્રમાણમાં થશે, એટલે

(અ) ટેકાથી ખે ઇંચના અંતર ઉપર જે આઠ ઓંસનું

(ક) વજન છે તે ટેકાથી આઠ ઇંચ અંતર ઉપરના

ખે ઓંસના (વ) વજન સાથે સરખું પ્રમાણ રાખે છે,

ખિજી અને ત્રિજી જાતનાં ઉચ્ચાલનમાં તદ્દાવત. ૧૧૮

કેમકે $૮ \times ૨ = ૨ \times ૮$. હવે મનમાં આણું કે તે ઉચ્ચાલન (ક) મુઠી વધારું, એવી રીતે કે (અક) (અક) ની ખરોખર થાય. પ્રથમ એવું દેખાડેલું છે કે ખરોખર પદ્ધતીમાં ખરોખર વેગ ઉત્પન્ન કરવાને ખરોખર શક્તિ જોઈએ, પણ (ક) વજન (ક) વજનની ખરોખર છે અને (અ) ટેકાથી ખરોખર અંતરે છે માટે (વ) શક્તિનાં જોરથી (ક) ના જોરલોજ (ક) માં વેગ ઉત્પન્ન થશે; તેટલા માટે જોરલી શક્તિ (ક) ને આધાર આપવાને ખરા થશે, તેટલીજ (ક) ને જોઈશે. પણ (કઅવ) લિટી પેહલી જાતનું ઉચ્ચાલન છે અને તેમાં જેમ (વ) ઉચ્ચાલક (ક) ઉચ્ચાલ્યને છે તેમ (અક) (અવ) ને છે. પરંતુ તે ઉચ્ચાલક (ક) ને પણ તેનીજ રીતે આધાર આપે છે, માટે (અક) જેમ (અવ) ને છે તેમજ તે ઉચ્ચાલક (ક) ઉચ્ચાલ્યને થશે.

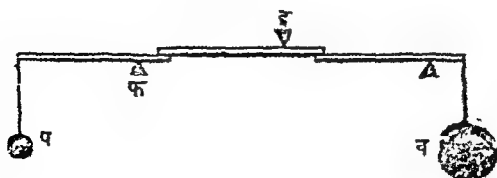
ખિજી અને ત્રિજી જાતનાં ઉચ્ચાલન માહિનો તદ્દાવત નીચેના ઉદાહરણથી દેખાડ્યામાં આવશે. કેમકે જો એજ આકૃતિમાં આપણે એવું ધારીએ કે (અવ) લિટી, તેના ઉપર એક અથવા વધારે બળ લગાડેલાં છે તેથી (અ) ખિંદુ અથવા ટેકા ઉપર ફરી શકે છે, તો તે ખિજી જાતનું ઉચ્ચાલન થશે, અને તેની માંહે (ક) અને (વ) આગળ એ વિરુદ્ધ બળો લગાડેલાં છે, તે મધ્યે (ક) ના જોરથી લિટી નીચેની તરફ નમે છે અને (વ) નાં જોરથી તે ઉપરની તરફ ખેંચાય છે; એટલે, ઉચ્ચાલ્યનો વ્યાપાર (ક) રથને થાય છે અને ઉચ્ચાલકનો વ્યાપાર (વ) આગળ થાય છે; અને એ વિરુદ્ધ બળોને અસ્પ-

રસ સમતોલ કરવા સારૂ ટેકાથી તેઓનાં અંતરના વ્યુત્ક્રમ પ્રમાણમાં તેઓના પ્રકૃત્યંશો થવા જોઈએ. પણ જો આપણે હલકું ધારિયે કે (ક) બળનો વ્યાપાર ઉપરની તરફ થાયછે અને (વ) નો નીચેની તરફ, તો તે ત્રિજા ભતનાં ઉચ્ચાલનનો દાખલો થશે, અને તેની માંહે ઉચ્ચાલકનો વ્યાપાર (ક) સ્થળે થાયછે, અને ઉચ્ચાલ્યનો વ્યાપાર (વ) સ્થળે થાયછે; પણ એ સ્પષ્ટ છે કે જો કદાપિ બળોના વ્યાપારના માર્ગ બદલાયછે તોપણ સમતોલમાં રહેવા સારૂ તેઓના પ્રકૃત્યંશ તો જોડલા છે તેટલાના તેટલાજ રહેવા જોઈએ, અને એ ટેકાણે પણ ઉચ્ચાલ્ય અને ઉચ્ચાલક (અ) અચળ બિંદુ અથવા ટેકાથી તેઓનાં અંતરનાં વ્યુત્ક્રમ પ્રમાણમાં થશે.

મિશ્ર ઉચ્ચાલન વિશે.

કેટલાંએક ઉચ્ચાલનોનો વ્યાપાર એક બિંદુ ઉપર થાય એવી રીતે તેઓને એકઠાં કીધાથી મિશ્ર ઉચ્ચાલન ઉત્પન્ન થાયછે; જ્યારે ઘણી શક્તિની જરૂર હોયછે અને લાંબું ઉચ્ચાલન કરવાને મુશ્કેલ પડેછે તારે ઘણું કરીને એવાં ઉચ્ચાલન કામમાં આવેછે. પાસેની ૭૫ મી આકૃતિમાં પ્રત્યેકનો વ્યાપાર પોતાના ટેકા ઉપર થાયછે

આકૃતિ ૭૫.



એવાં પેહેલી જાતનાં ત્રણ ઉચ્ચાલનથી બનેલું એક મિશ્ર ઉચ્ચાલન દેખાડેછે. એ યંત્રનો હેતુ એ છે કે (૫) નાહાનું બળ (૬) ભારે વજનને ખસેડે અથવા સમતોલ રાખે. મિશ્ર ઉચ્ચાલનનો વ્યાપાર ગણવામાં અ-મિશ્ર ઉચ્ચાલનને સાર જે રીત કહેલી છે તેજ રીતે કામમાં આવેછે; તે રીત એ કે: “હરકોઈ ઉચ્ચાલન ઉપરના ઉચ્ચાલ્યને ટેકાથી તે ઉચ્ચાલ્યસુધીનાં અંતરે ગુણવું; પછી ઉચ્ચાલકને પણ તેજ ટેકાથી ઉચ્ચાલકસુધીના અંતરે ગુણવું; અને જો એમ કીધાથી બંને ગુણાકાર ખરોખર આવશે તો ઉચ્ચાલ્ય અને ઉચ્ચાલક સમ-તોલ રહેશે.” ઉચ્ચાલકનું કાર્ય ઉચ્ચાલ્યઉપર સી રીતે બનેછે તે અનુક્રમે પ્રત્યેક ઉચ્ચાલનના કાર્યનો વિચાર કીધાથી માલમ પડશે. (૫) આગળનું ઉચ્ચાલક (૬) સ્થળે ઉપરની તરફ બળ કરેછે અને તે બળ જે-ટલું (૫ફ), (૬ફ) ની સાથે પ્રમાણ રાખેછે તેટલુંજ (૫) ની સાથે રાખેછે. જો આપણે એવું ધારિયે કે ત્રણે ઉચ્ચાલનો ખરોખર લંબાઈનાં છે, અને તેમના લાંબા છેડા આઠ આઠ ઇંચના અને ટુંકા બે બે ઇંચના છે, તો (૫) આગળનું એક શેર વજન (૬) આગળના ચાર શેર વજનને સમતોલ રાખશે; કેમકે લાંબો ભાગ આઠ ઇંચ છે તેને જો એક શેર વજનના (૫) ઉચ્ચાલકે ગુણ્યા તો તેનો ગુણાકાર આઠ થાયછે, અને ટુંકો ભાગ બે ઇંચ છે માટે તેટલોજ ગુણાકાર થવા સાંજ તેને ચારે વતી ગુણવો જોઈએ; અને એ પ્રમાણે બિજા ઉચ્ચાલનનો લાંબો ભાગ જેથી

આઠ ઇંચ છે તેને છેડે ચાર રોરના ઉચ્ચાલક જોડા
વ્યાપાર થાય છે તેથી કરીને તે બેઉનો ગુણાકાર ૩૨ થા-
ય છે, અને તેનો ટુંકો છેડો બે ઇંચ છે માટે તેજ કુળ
ઉત્પન્ન થવા સાર તેણી વચ્ચે ૧૬ રોરનું ઉચ્ચાલ્ય જો-
ઈએ; તેટલા માટે સોળ રોરના ઉચ્ચાલકનો વ્યાપાર ત્રિજા
ઉચ્ચાલનના લાંબા ભાગ ઉપર થાય છે, અને તે આઠ
ઇંચ લંબાઈનો છે તેથી કરીને તેનું કુળ $૧૬ \times ૮ = ૧૨૮$
થાય છે અને તેનો ટુંકો ભાગ બે ઇંચ લાંબો છે માટે
તેનું એટલુંજ કુળ ઉત્પન્ન કરવા સાર ૬૪ વતી ગુણવા
જોઈએ; તેટલા માટે (૫) આગળના એક રોરના ઉચ્ચા-
લકે વતી (૬) આગળનું ૬૪ રોરનું વચ્ચન સમતોલ
રહેશે.

ઉપરનું ખયાન પેહેલી જાતના ત્રણ ઉચ્ચાલનથી બનેલા
મિશ્ર ઉચ્ચાલનને માટે છે, અને ગમે તેટલાં ઉચ્ચાલ-
નનું બિજું મિશ્ર ઉચ્ચાલન હશે તેને માટે પણ એજ
રોત લાગુ પડશે. પાસેની ૭૬ મી આકૃતિમાં બિજું

આકૃતિ ૭૬.



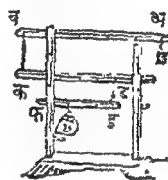
જાતના ત્રણ ઉચ્ચાલને કરીને
થયલું એક મિશ્ર ઉચ્ચાલન
છે; અને પાછળનાં ઉદાહરણ
પ્રમાણે બે પ્રત્યેક ઉચ્ચાલન
ઉચ્ચાલનના લાંબા અને ટુંકા

છડા હશે તો તેની પેહેલ એક રોરનું ઉચ્ચાલક ૬૪
રોરના ઉચ્ચાલ્યને સમતોલ રાખશે.

ઉપરના ખયાન ઉપરથી માલમ પડશે કે ગમે તેટલાં
ઉચ્ચાલનની બનેલા મિશ્ર ઉચ્ચાલનનો વ્યાપાર, પ્રત્યેક

ઉચ્ચાલનના ઉચ્ચાલ્ય અને ઉચ્ચાલકના પ્રમાણના અંકને એકલા ગુણ્યાથી નિકળેછે; અને જો તે ઉચ્ચાલનોમાં કેટલાંએક પેહેલી જાતનાં અને કેટલાંએક બિજા જાતનાં હશે તોપણ હિસાબમાં કાંઈ ફેર પડશે નહીં. આ આગળના ઉદાહરણમાં એક પેહેલી જાતનું અને બે બિજા જાતના ઉચ્ચાલનથી બનેલું એક મિશ્ર ઉચ્ચાલન દેખાડેલું છે, (આકૃતિ ૭૭ મી). (અવ) પેહેલી જાતનું ઉચ્ચાલન છે, અને (કહ) અને (ફ) એ બંને બિજા જાતનાં ઉચ્ચાલનો છે. (અવ) ઉચ્ચાલનની લંબાઈ પાંચ ઇંચ છે એવું ધાર્યું તો, (અ) આગળનું એક રોરનું વજન (વ) આગળના પાંચ રોર વજનને સમતોલ રાખશે; અને એ ઉચ્ચાલન બિજા (કહ) ઉચ્ચાલન સાથે સંયુક્ત કીધેલું છે, માટે તેનાં જોરથી (ક) સ્થળે પાંચ રોરના ઉચ્ચાલક જેટલો વ્યાપાર બનશે; અને જો (કહ) ઉચ્ચાલનની લંબાઈ ૭ ઇંચ હોશે, તો (ક) આગળનું પાંચ રોરનું, ઉચ્ચાલક (હ) આગળના ૩૦ રોરના ઉચ્ચાલ્યને ધારણ કરશે, કેમકે $૫ \times ૬ = ૩૦$ એ બિજાં ઉચ્ચાલન તેજ પ્રમાણે ત્રિજા (ફ) ઉચ્ચાલન સાથે સંયુક્ત કીધેલું છે માટે ૩૦ રોર વજનના ઉચ્ચાલક જેટલો વ્યાપાર (ફ) સ્થળે બનશે, અને એ ઉચ્ચાલનની લંબાઈ ૪ ઇંચ છે માટે (ફ) આગળ ૧૨૦ રોર વજનના ઉચ્ચાલ્યને તે સમતોલ રાખશે, ($૪ \times ૩૦ = ૧૨૦$). તોજવાનાં

આકૃતિ ૭૭.

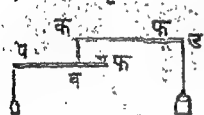


૧૨૪ તોળવાનાં યંત્રો—વાંકા ઉચ્ચાલન વિશે.

યંત્રો બનાવેછે તેમાં, અત્રે તે મધ્યે વિરોધે કરીને જાંઠા ભારો વજન તોળવાને જગાની અડચણને લીધે બિજાં યંત્રો થઈ શકતાં નથી એવે ઠેકાણે મિશ્ર ઉચ્ચાલનનો ઉપયોગ થાયછે. રસ્તા ઉપર ભારે ભરેલી ગાડીનો કર લેવામાટે તેને તોળવાને જે યંત્ર કામમાં આવેછે, તે મિશ્ર ઉચ્ચાલનનો એક દાખલો છે.

પેહેલી અને બિંજી જાતનાં એવાં બે ઉચ્ચાલનો (વક)

આકૃતિ ૭૮.



લાકડીએ કરીને પાસેની ૭૮ મી

આકૃતિ પ્રમાણે કોઈ કોઈ વાર જો-

ડાયામાં આવેછે. એ ઠેકાણે (પ)

ના જોરથી (વ) ને પ્રાપ્ત થયલો

પ્રતિબંધ જે (ક) ને પોહોંચેછે તે એ-

ટલો છે કે, જો (પ) ને (પફ) અંતરે ગુણ્યો તો તે ગુ-

ણાકાર તે પ્રતિબંધને (વફ) અંતરે ગુણીએ તે ગુણા-

કારની બરોબર થશે; હવે (વ) પ્રતિબંધ જે (ક) ને

પોહોંચેછે તે શક્તિ પ્રમાણે ગણ્યામાં આવશે, અને જો

તેને (કફ) અંતરે ગુણ્યો તો સમતોલન થવાને તે ગુ-

ણાકાર (ડફ) અંતરને (ક) એ ગુણિયે તેની બરોબર

થવો જોઈએ.

પછીજાંને કાહાડવાસાર ગાડાને જે ઉચ્ચાલને કરીને

ઉચકેછે, તે એજ જાતનાં ઉચ્ચાલનો છે.

વાંકા ઉચ્ચાલન વિશે.

સીધા ઉચ્ચાલનની જુદી જુદી જાતિઓનો વિચાર કીધો, હવે આપણે એ યંત્રની ધણી સામાન્ય રચના

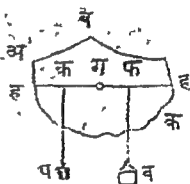
ધ્યાનમાં લઈશું, અને એ યંત્રને હર કોઈ નક્કર પદાર્થ જેને અચળ આંસ છે, તથા જેની ઉપર તે ફરી શકે છે એવું માનીશું. એ મૂળ તત્વ દેખાડ્યાથી વાંકું ઉચ્ચાલન ઘણી રોહિલી રીતે સમજાશે.

મનમાં આણુ કે (અવકા), (આકૃતિ ૭૯), કોઈ નક્કર પદાર્થના પરીચ્છેદ છે, અને

આકૃતિ ૭૯.

એવું ધાર કે તે પદાર્થ, (ગ) આગળ

આંસ જે કાગળની સફાઈ ઉપર લખ્ય છે તેના ઉપર ફરી શકે છે.



(ગ) ની આરપાર (હગહ) ક્ષિતિજ

રેખા દોર, અને જે (વ) વજન લટ-

કાવવાનું છે તેને (ફ) આગળ

વલગાડ, અને જે (પ) ઉચ્ચાલક

તેને આધાર આપે છે તે (ક) આગળ વલગાડ.

જેટલા આંસનું ઉચ્ચાલક છે, તે આંસના આંકડાને

(ગ) મધ્યથી તે ઉચ્ચાલક સુધીનું જેટલા ઇંચનું

અંતર છે તે ઇંચના આંકડાએ ગુણિયે તે ગુણાકાર

જો ઉચ્ચાલક જેટલા આંસનું છે તે આંકડાને તેજ મધ્ય-

થી તે ઉચ્ચાલક સુધી જેટલા ઇંચ થાય, તે આંકડાએ

ગુણિયે તે ગુણાકારની ખરોખર થાય, તો ઉચ્ચાલક ઉ-

ચ્ચાલકને સમતોલ રાખશે. ઉદાહરણ, જો (ગ) આંસ-

થી છ ઇંચના અંતર ઉપર (પ) ઉચ્ચાલક ત્રણ આંસ

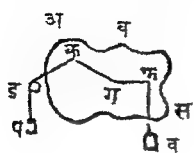
વજનનું હોય, તો તેજ જગોથી બે ઇંચના અંતર ઉ-

પરના નવ આંસ વજનનાં (વ) ઉચ્ચાલકને ધારણ ક-

રશે, કેમકે $૩ \times ૬ = ૯ \times ૨$.

વલી મનમાં આણ કે (ક) સ્થળ આગળથી (વ)

આકૃતિ ૮૦.



ઉચ્ચાલ્ય દોરીએ લટકાવેલું છે.

(આકૃતિ ૮૦) એ સ્પષ્ટ છે કે

એકલા તે વજનનો વ્યાપાર આ-

લવા દીધો તો, તેના ભેરથી

તે પદાર્થ (અવસ) માર્ગમાં

ફરી જશે. બિજા દોરી (ક)

સ્થળે વલગાડ, અને, (ક) ચક્ર ઉપર રહીને દોરી લઈ

જા, અને (પ) ઉચ્ચાલક એટલું ભારે લે કે (સવઅ)

માર્ગમાં તે પદાર્થને આંસ ફેરવે, અને તે પદાર્થને (વ)

ઉચ્ચાલ્ય જોડાણો વિરુદ્ધ માર્ગમાં વાંકો વાલે. પછી જો

(વ) અને (પ) એ બંને વજનનો નિશ્ચય કીધો, તથા

આંસથી બેઉ દોરિઓના (ગફ) અને (ગક) લંબરૂપ

અંતરોનું પણ બરોબર માપ કાઢાડ્યું, તો માલમ પડશે

કે (પ) વજનનાં આંસના આંકડાનો અને (ગક) માંહેના

ધંચિના અંકનો ગુણાકાર, (વ) વજનનાં આંસના આંકડાનો

અને (ગફ)ના ધંચિના અંકના ગુણાકારની બરોબર થશે.

એ સ્પષ્ટ છે કે જો આંસ તથા ધંચિ વગર બિજા

હરકોઈ સંચાના વજન તથા અંતર કામમાં લીધાં તો

ચાલશે, માત્ર એટલુંજ કે ઉચ્ચાલ્ય અને ઉચ્ચાલક એ

બેઉને માટે એકજ જાતનું વજન તથા અંતર કામમાં

લેવું જોઈએ. એ દાખલાઓ ઉપરથી એવું નિકળે છે

કે હરકોઈ પદાર્થઉપર બળની યોજના કીધાથી તે જોડ-

લા ભેરથી પોતાના આંસની આસપાસ ફેરે છે તેનું માપ,

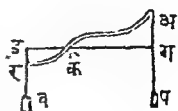
તે બળને આંસથી તે ફેરવાના માર્ગસુધી જે લંબ યાય છે

તેણે ગુણ્યાથી નિકળેછે. એવી રીતે પ્રાપ્ત થયલા ગુણ-
કારને આંસની આસપાસના બળનું વેગમાન કહેછે; એ
ખુલ્લું છે કે જે વેગમાન હરેક પ્રમાણમાં વધાર્યું અથવા
ઘટાડ્યું તો યંત્રને આંસની આસપાસ ફેરવનાર બળનું
કાર્ય પણ ખરોખર તેજ પ્રમાણમાં વધશે અથવા ઘટશે.
અથવા જે બળોનું વલણ પદાર્થને એક માર્ગમા ફેરવ-
વાનું હોયછે તેઓનાં વેગમાનનો સર્વાંગો તેનાથી બિન્ન
વિરુદ્ધ માર્ગમાં તેને ફેરવવાને જે બળોનું વલણ હોયછે
તેઓના વેગમાનના સર્વાંગા કરતાં જે વધારે હશે તો
તે પદાર્થ તેના મધ્યની આસપાસ જેણી તરફ વધારે
વેગમાન હશે તેણી તરફ ફરશે.

હરકોઈ સીધા અથવા વાંકા ઉચ્ચાલનના ઉચ્ચાલક
અને ઉચ્ચાલ્યનું સાંત્રિક ફળ, ટેકાથી તે જે માર્ગમાં
બળોનો વ્યાપાર થાયછે તાંહાંસુધી જે લંબ લિટી થાયછે,
તેણે કરીને હંમેશા દેખાડ્યામાં આવેછે.

મનમાં આણું કે (અકર) એક વાંકું ઉચ્ચાલન છે,
અને તે (ક) સ્થળે સમતોલ રહેલું છે, તથા તેને બેઉ
છેડે (પ) અને (વ) બે વળનો (અપ) અને (રવ) મા-
ર્ગમાં લટકતાં મુકેલાં છે; ૮૧ મી આકૃતિ જે. હવે
જે ટેકાથી તે (પ) ઉચ્ચાલકના માર્ગસુધી એટલે (ક)
થી તે (ગ) સુધી એક લંબ લિટી
દોરી, અને વળી તાંહાંથીજ ઉચ્ચા-
લ્યના માર્ગસુધી, એટલે (ક) થી
તે (ઙ) સુધી એક બિંદુ લંબ લિટી
દોરી તો, જે મૂળ તત્વે કરીને સીધા

આકૃતિ ૮૧.

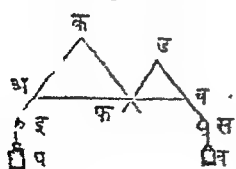


૧૨૮ વાંકું ઉચ્ચાલન—ત્રાંસા માર્ગમાં વ્યાપાર.

ઉચ્ચાલનનું કાર્ય ગણાયછે તેજ મૂળ તત્વથી એણે કરીને ઉત્પન્ન થયેલું કાર્ય પણ ગણારો;—ઉદાહરણ, જો (ક) થી તે (ગ) સુધીનું અંતર છ ઇંચ હોય, અને (જ) થી તે (ઙ) સુધી ત્રણ ઇંચ હોય, તો (પ) આગળ જે ઝાંસ વજન (વ) આગળ ચાર ઝાંસ વજનને સમતોલ રાખશે, કેમકે $૬ \times ૨ = ૪ \times ૩$. તેટલામાટે હરકોઈ જે બળો જે વાંકા ઉચ્ચાલનને જીદા જીદા માર્ગમાં ફેરવેછે તેઓનું વેગમાન જો ખરોખર હોય તો તે એક બિંબને સમતોલ રાખશે.

પાછળના દાખલામાં આપણે એવું ધાર્યું છે કે ઉચ્ચાલક અને ઉચ્ચાલ્યનો વ્યાપાર ઉચ્ચાલનની લંબાઈ ઉપર લંબરૂપ, અને એક બિંબસાથે સમાંતર માર્ગમાં થાયછે. પણ એ પ્રમાણે કાંઈ હંમેશાં હોતું નથી, કેમકે ઉચ્ચાલક અને ઉચ્ચાલ્ય એ બેઉના વ્યાપાર ઘણી વાર આડકતરા પણ થાયછે. એવું ધાર કે (અવ) ઉચ્ચાલન છે, અને તેનો ટેકો (ફ) રચે છે, અને ઉચ્ચાલક અને ઉચ્ચાલ્યના વ્યાપાર (અઙ) અને (વસ) ત્રાંસા માર્ગમાં બનેછે;

આકૃતિ ૮૨.



(આકૃતિ ૮૨.) એ ઉચ્ચાલનની શક્તિનો હિસાબ કાઢાડવાસાર આપણે આગળના ઉદાહરણ પ્રમાણે લિટીયો દોરી જોઈએ; તેટલામાટે જો (ઙઅ) અને (સવ) લિટીયો વધારી અને તેના ઉપર

ટેકાથી (ફક) અને (ફઙ) લંબ લિટીયો દોરી, તો ઉચ્ચાલકને (ફક) લિટીયે ગુણાથી તેનું વેગમાન માલમ પડશે, અને ઉચ્ચાલ્યનું વેગમાન તેને (ફઙ) લિટીયે

વાંકું ઉચ્ચાલન—ત્રાંસા માર્ગમાં વ્યાપાર. ૧૨૯

ગુણ્યાથી જણારો: જો (વ) ૮ ઓંસ અને (ફડ) ત્રણ ઇંચ હશે, અને (પ) ૪ ઓંસ અને (ફક) ૬ ઇંચ હોશે તો સમતોલન ઉત્પન્ન થશે, કેમકે $૪ \times ૬ = ૮ \times ૩$.

ઉપરના ઉદાહરણ પ્રમાણે આગળની ૮૩ મી આકૃતિ

ઉચ્ચાલક અને ઉચ્ચાલ્યનો વ્યાપાર ત્રાંસા માર્ગમાં થાય છે તે દેખાડે છે, પણ એટલોજ તફાવત છે કે પાધ-રાં ઉચ્ચાલનને ખદલે વાંકું ઉચ્ચાલન છે. પણ હિસાબ ગણવાની રીતમાં ઉચ્ચાલન વાંકું છે તેથી કરીને કાંઈ ફેરફાર થતો નથી; તે-

આકૃતિ ૮૩.



ટલામાટે એ ઉચ્ચાલનની શક્તિનો નિશ્ચય ૮૨ મી આકૃતિ પ્રમાણે કેવળ તેજ મૂળ તત્વઉપર નો. (હા)

લિટી વધાર, અને એના ઉપર (ફ) કર; એ લિટી ઉચ્ચાલનનો લાંબો એજ રીતે (ગવ) લિટી વધાર, અ બિજી લંબ લિટી (ફ) ટેકાથી દે ટુંકો ભાગ દેખાડશે: પાછળના લક અને ઉચ્ચાલ્યનું વેગમાન

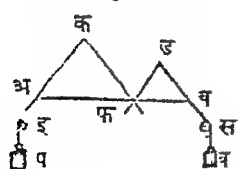
કોઈ વાર ઉચ્ચાલન એવી રીત કું હોય છે કે, તેના ખંને ભાગ એક ઉપર લંબ હોય છે, (૮૪ મી આ (ફ) ટેકો કાઢખુણા આગળ કરીને એને કાઢખુણા ઉચ્ચાલ, (ફક) ટુંકા ભાગના છેડા

૧૨૮ વાંકું ઉચ્ચાલન—ત્રાંસા માર્ગમાં વ્યાપાર.

ઉચ્ચાલનનું કાર્ય ગણાય છે તેજ મૂળ તત્વથી એણે કરીને ઉત્પન્ન થયેલું કાર્ય પણ ગણારો;—ઉદાહરણ, જો (ક) થી તે (ગ) સુધીનું અંતર છ ઇંચ હોય, અને (જ) થી તે (ઙ) સુધી ત્રણ ઇંચ હોય, તો (પ) આગળ જે ઝાંઝાંસ વજન (વ) આગળ ચાર ઝાંઝાંસ વજનને સમતોલ રાખશે, કેમકે $૬ \times ૨ = ૪ \times ૩$. તેટલામાટે હરકોઈ જે બળો જે વાંકા ઉચ્ચાલનને જીદા જીદા માર્ગમાં ફેરવે છે તેઓનું વેગમાન જો ખરોખર હોશે તો તે એક બિંબને સમતોલ રાખશે.

પાછળના દાખલામાં આપણે એવું ધાર્યું છે કે ઉચ્ચાલક અને ઉચ્ચાલ્યનો વ્યાપાર ઉચ્ચાલનની લંબાઈ ઉપર લંબરૂપ, અને એક બિંબસાથે સમાંતર માર્ગમાં થાય છે. પણ એ પ્રમાણે કાંઈ હંમેશાં હોતું નથી, કેમકે ઉચ્ચાલક અને ઉચ્ચાલ્ય એ બેઉના વ્યાપાર ઘણી વાર આડકતરા પણ થાય છે. એવું ધાર કે (અવ) ઉચ્ચાલન છે, અને તેનો ટેકો (ફ) રથજો છે, અને ઉચ્ચાલક અને ઉચ્ચાલ્યના વ્યાપાર (અઙ) અને (વસ) ત્રાંસા માર્ગમાં બને છે;

આકૃતિ ૮૨.



(આકૃતિ ૮૨.) એ ઉચ્ચાલનની શક્તિનો હિસાબ કાઢવાસાથે આપણે આગળના ઉદાહરણ પ્રમાણે લિટીયો દોરવી જોઈએ; તેટલામાટે જો (ઙઅ) અને (સવ) લિટીયો વધારી અને તેના ઉપર

ટેકાથી (ફક) અને (ફઙ) લંબ લિટીયો દોરી, તો ઉચ્ચાલકને (ફક) લિટીયે ગુણાથી તેનું વેગમાન માફમ પડશે, અને ઉચ્ચાલ્યનું વેગમાન તેને (ફઙ) લિટીયે

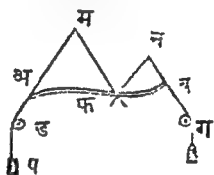
વાંકું ઉચ્ચાલન—ત્રાંસા માર્ગમાં વ્યાપાર. ૧૨૯

ગુણ્યાથી જણારો: જો (વ) ૮ ઓંસ અને (ફડ) ત્રણ ઇંચ હશે, અને (પ) ૪ ઓંસ અને (ફક) ૬ ઇંચ હોશે તો સમતોલન ઉત્પન્ન થશે, કેમકે $૪ \times ૬ = ૮ \times ૩$.

ઉપરના ઉદાહરણ પ્રમાણે આગળની ૮૩ મી આકૃતિ

ઉચ્ચાલક અને ઉચ્ચાલ્યનો વ્યાપાર ત્રાંસા માર્ગમાં થાય છે તે દેખાડે છે, પણ એટલોજ તફાવત છે કે પાધરાં ઉચ્ચાલનને બદલે વાંકું ઉચ્ચાલન છે. પણ હિસાબ ગણવાની રીતમાં ઉચ્ચાલન વાંકું છે તેથી કરીને કાંઈ ફેરફાર થતો નથી; તે-

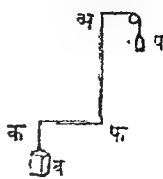
આકૃતિ ૮૩.



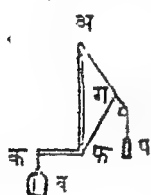
ટલામાટે એ ઉચ્ચાલનની શક્તિનો નિશ્ચય ૮૨ મી આકૃતિ પ્રમાણે કેવળ તેજ મૂળ તત્વઉપરથી થશે. (કા) લિટી વધાર, અને એના ઉપર (ફ) આગળથી એક લંબ કર; એ લિટી ઉચ્ચાલનનો લાંબો ભાગ દેખાડશે: અને એજ રીતે (ગવ) લિટી વધાર, અને એના ઉપર એક બિંદુ લંબ લિટી (ફ) ટેકાથી દોર, પછી એ લિટી ટુંકો ભાગ દેખાડશે: પાછળના દાખલા પ્રમાણે ઉચ્ચાલક અને ઉચ્ચાલ્યનું વેગમાન માલમ પડશે.

કોઈ વાર ઉચ્ચાલન એવી રીતનું વાંકું હોય છે કે, તેના બંને ભાગ એક બિંદુ ઉપર લંબ હોય છે, (૮૪ મી આકૃતિમાં) (ફ) ટેકો કાટખુણા આગળ છે, તેથી કરીને એને કાટખુણા ઉચ્ચાલન કહે છે. (ફક) ટુંકા ભાગના છેડા આગળથી

આકૃતિ ૮૪.



(વ) ઉચ્ચાલ્ય લટકાવેલું છે, અને (અફ) લાંબા ભાગના છેડા આગળથી (પ) ઉચ્ચાલક લટકાવેલું છે, એ દેકાણે ઉચ્ચાલકનું વેગમાન (પ) અને (અફ) એ અંબનો ગુણાકાર છે, અને ઉચ્ચાલ્યનું વેગમાન (વ) અને (ફક) નો ગુણાકાર છે; જો એ અંબને વેગમાન ખરોખર હોય, તો સમતોલન ઉત્પન્ન થશે. ઉચ્ચાલકનો આપાર ટેકાઆગળ કાટખુણે થાય છે તેને બદલે પાસેની ટપ મી આકૃતિ પ્રમાણે આકૃતિ ટપ.



ત્રાંસા માર્ગમાં બને એવું ધાર્યું તો પણ એ ઉચ્ચાલનની શક્તિનો હિસાબ કાઢાડવાની રીત ટૂંક મી આકૃતિ પ્રમાણેજ છે. એ દેકાણે ઉચ્ચાલકના માર્ગની (અપ) લિટી છે તેના ઉપર (ફ) ટેકાથી લંબ લિટી દોરી તો, તે ઉચ્ચાલકનો ખરો ભાગ દેખાડશે: હવે એવું ધાર્યું છે

(વ) વજન પાંચ રોરનું છે, અને તેનો આપાર ટેકાથી એક ફુટનાં અંતર ઉપર બને છે, તથા (ફગ) લિટી પાંચ ફુટ છે, અને (પ) ઉચ્ચાલક એક રોરનું છે, તો ઉચ્ચાલક અને ઉચ્ચાલ્ય એક બિજાને ખરોખર સમતોલ રાખશે.

અંબનો દાંડો વાંકા ઉચ્ચાલનનો બાણીતો દાખલો છે, તેની અંદર અંબો ચોપનાર માણસનું બળ દાંડાના છેડાને લગાડેલું હોય છે તે ઉચ્ચાલક; દાંડાસાથે જે દફો જડેલો હોય છે તેનું ધર્મણ અને ઉરાડવાનું પાણી એ અંબે ઉચ્ચાલ્ય; અને અંબાના દાંડાનો જે સાંધો તે ટેકો.

જરે હયોડી ખીલાને ખેંચી કાઢાડવાના કામમાં આ-

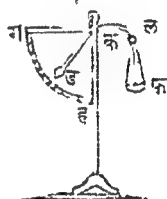
વેછે. તારે તે પણ એજ જાતનું ઉચ્ચાલન છે; જે (ક) ખિંદૂઉપર તે હથોડી દાખાણ કરેછે તે તેનો ટેકો; તે હથોડીના હાથાઉપર (અ) સ્થળે જે રાક્તિની યોજના કરી છે તે ઉચ્ચાલક; અને ખીલાનું જે પ્રતિહત બળ તે ઉચ્ચાલ્ય; ૮૬ મી આકૃતિ જો.

આકૃતિ ૮૬.



પાસેની ૮૭ મી આકૃતિમાં જે યંત્ર દેખાડેલું છે તેને વાંકા ઉચ્ચાલનનું તાજવું કહેછે.

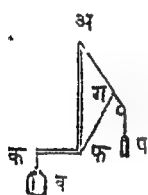
આકૃતિ ૮૭.



વાંકા ઉચ્ચાલનના (લ) ભાગઆગળ જે પદાર્થ તોલવાનો હોયછે તે મુકવાને સાર એક (ફ) પદ્ધતું લટકાવેલું છે; બિજા (કડ) ભાગને છેડે એક ભારે ગથો જડેલો છે, અને એ

ભાગ સ્કેલરૂપ (ગહ) કૌસમાં ઉપર નીચે ફરી શકે એવો છે. હવે (ફ) પદ્ધતિમાં કાંઈક વજન મુક્યું તો એ સ્થિત છે કે તેથી કરીને (કડ) ગથો કૌસમાં ઉપર ચઢશે; અને (કડ) ઉપર ચઢતાં ચઢતાં જે સ્થળે ઉચ્ચાલ્યને સમતોલ રાખશે તે સ્થળ આગળનો અંક ઉચ્ચાલ્યનું વજન બતાવશે. એ યંત્રમાં જ્યુદાં જ્યુદાં વજનોનાં સ્થળ પ્રયોગથી અથવા ગણિતથી માલમ પડેછે. અને એ ભાગસ્થળના ચિન્હો કૌસઉપર થયાથી (કડ) અણી કૌસઉપરના જે ભાગઆગળ હોયે તે સ્થળનો અંક (ફ) પદ્ધતિ માંહેના પદાર્થનું વજન બતાવશે.

(વ) ઉચ્ચાલ્ય લટકાવેલું છે, અને (અફ) લાંબા ભાગના છેડા આગળથી (પ) ઉચ્ચાલક લટકાવેલું છે, એ ઢેકાણે ઉચ્ચાલકનું વેગમાન (પ) અને (અફ) એ અંબનો ગુણાકાર છે, અને ઉચ્ચાલ્યનું વેગમાન (વ) અને (ફક) નો ગુણાકાર છે; જો એ અંબ વેગમાન ખરોખર હોશે, તો સમતોલન ઉત્પન્ન થશે. ઉચ્ચાલકનો આપાર ટેકાઆર્ગળ કાટખુણે થાય છે તેને બદલે પાસેના ટપ મી આકૃતિ પ્રમાણે આકૃતિ ટપ.



ત્રાંસા માર્ગમાં અને એવું ધાર્યું તો પણ એ ઉચ્ચાલનની શક્તિનો હિસાબ કાઢાડવાની રીત ટૂંક મી આકૃતિ પ્રમાણે જ છે. એ ઢેકાણે ઉચ્ચાલકનાં માર્ગની (અપ) લિટી છે તેના ઉપર (ફ) ટેકાથી લંબ લિટી દોરી તો, તે ઉચ્ચાલકનો ખરો ભાગ દેખાડશે: હવે એવું ધારિયે કે (વ) વજન પાંચ રોરનું છે, અને તેનો આપાર ટેકાથી એક ફુટનાં અંતર ઉપર બને છે, તથા (ફગ) લિટી પાંચ ફુટ છે, અને (પ) ઉચ્ચાલક એક રોરનું છે, તો ઉચ્ચાલક અને ઉચ્ચાલ્ય એક બિંબને ખરોખર સમતોલ રાખશે.

અંબનો દાંડો વાંકા ઉચ્ચાલનનો જાણીતો દાખલો છે, તેની અંદર અંબો ચોપનાર માણસનું બળ દાંડના છેડાને લગાડેલું હોય છે તે ઉચ્ચાલક; દાંડો સાથે જે દફો જડેલો હોય છે તેનું ધર્ષણ અને ઉરાડવાનું પાણી એ અંબ ઉચ્ચાલ્ય; અને અંબાના દાંડાનો જે સાંધો તે ટેકો.

જો હથોડી ખીલાને ખેંચી કાઢાડવાના કામમાં આ-

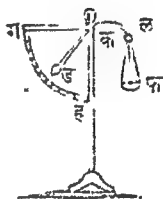
વેછે તારે તે પણ એજ જાતનું ઉચ્ચા-
લન છે; જે (ક) બિંદૂકપર તે હયો-
ડી દાખલ કરેછે તે તેનો ટેકો; તે હ-
યોડીના હાથાઉપર (અ) સ્થળે જે રા-
ક્તિની યોજના કરી છે તે ઉચ્ચાલક;
અને ખીલાનું જે પ્રતિહત બળ તે ઉ-
ચ્ચાલક; ૮૬ મી આકૃતિ જો.

આકૃતિ ૮૬.



પાસેની ૮૭ મી આકૃતિમાં જે યંત્ર દેખાડેલું છે તેને
વાંકા ઉચ્ચાલનનું તાજવું કહેછે.

આકૃતિ ૮૭.



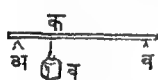
વાંકા ઉચ્ચાલનના (લ) ભાગઆગળ
જે પદાર્થ તોલવાનો હોયછે તે મુક-
વાને સાર એક (ફ) પદ્મું લટકા-
વેલું છે; બિંજા (કડ) ભાગને છેડે
એક ભારે ગજો જડેલો છે, અને એ
ભાગ સ્કેલરૂપ (ગહ) કૌસમાં ઉપર
નીચે ફરી શકે એવો છે. હવે (ફ) પદ્મામાં કાંઈક
વજન મુક્યું તો એ સ્પષ્ટ છે કે તેથી કરીને (કડ) ગજો
કૌસમાં ઉપર ચઢશે; અને (કડ) ઉપર ચઢતાં ચઢતાં જે
સ્થળે ઉચ્ચાલકને સમતોલ રાખશે તે સ્થળ આગળનો
અંક ઉચ્ચાલનનું વજન બતાવશે. એ યંત્રમાં જુદાં
જુદાં વજનોનાં સ્થળ પ્રયોગથી અથવા ગણિતથી મા-
લમ પડેછે. અને એ ભાગસ્થળના ચિન્હો કૌસઉપર
થયાથી (કડ) અણી કૌસઉપરના જે ભાગઆગળ હોયે તે
સ્થળનો અંક (ફ) પદ્મા માંહેના પદાર્થનું વજન
બતાવશે.

પછવાડેના દાખલાઓ ઉપરથી એ લાગણું માલમ પડી આવશે કે, ઉચ્ચાલનની આકૃતિ ગમે તેવી હોશે, તથા તે બળની યોજના કીધી છે તેનું તિર્કસપણું ગમે તેટલું હોશે, તોપણ ચંત્રની શક્તિનો નિશ્ચય બળોની લિટીઓથી કાટખુણા કરે એવી ટેકાસુધી કલ્પિત લિટીઓ દોર્યાથી અને પછી તેઉપરથી ગણિત કીધાથી થશે.

ઉચ્ચાલનની નાના પ્રકારની જાતિનો વિચાર કીધો, હવે આપણે એ ભાગ પુરો થતાં પેહેલાં તે દાંડીને એ ટેકાનો આધાર મળેછે તેના ઉપર ઉચ્ચાલનનું કાર્ય શી રીતે બને તેનો વિચાર કરીશું.

ભારે (અ) અને (વ) એ બે ટેકાઉપર દાંડી રહેછે,

આકૃતિ ૮૮.



(આકૃતિ ૮૮) અને વચમાંના હરકોઈ

(ક) સ્થળે (વ) વજનને આધાર મ-

ળેજો હોયછે, તારે ઉચ્ચાલનના બે-

રથી બેઉ ટેકાઉપર કેટલું કેટલું દાખ-

ણ થાયછે તે પ્રથમ કહેલા મૂળ તત્ત્વોના આધાર ઉપ-

રથી ગણિત કીધાથી માલમ પડશે. (વ) ટેકાઉપર તે

દાખણ થાયછે તે (અવ) બિંદુ જાતના ઉચ્ચાલનના

(વ) ઉચ્ચાલનને આધાર આપનાર ઉચ્ચાલક છે એવું

માનિયે તો, (વઅ) ઉચ્ચાલનની લંબાઈને ઉચ્ચાલકે ગુ-

ણ્યાથી જે ગુણાકાર આવશે તે, (કઅ) ટુંકા ભાગને

ઉચ્ચાલ્યે ગુણ્યાથી જે ગુણાકાર આવશે તેની બરાબર

થશે. જો (કઅ) ભાગ (અવ) ઉચ્ચાલનનો એક તૃતિ-

યાંશ હોશે, અને (વક) બે તૃતિયાંશ હોશે તો (વ)

ઉપર (વ) ઉચ્ચાલનના એક તૃતિયાંશ જેટલું દાખણ

થરો, અને (અ) ઉપર તેના બે તૃતિયાંશ જોડાઈ થરો.
એ ઉદાહરણ ઉપરથી એ ખુલ્લું માલમ પડે છે કે, બે
ઉચ્ચાલ્યને (અ) અને (વ) થી બરોબર અંતરે લટકાવ્યું
હોય તો, પ્રત્યેક ટેકાઉપર તે ઉચ્ચાલ્યના અર્ધ જોડાઈ
દાખલ થશે.

ભાગ આઠમો.

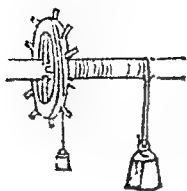
ચક્ર અને આંસ વિશે.

પાછળ એ બતાવ્યું છે કે, જારે ઉચ્ચાલનથી પદાર્થ-
માં ગતિ ઉત્પન્ન કરિયે છેએ તારે તેનું જોર થોડી વાર
રહેછે અને રહી રહીને થાયછે. ૫૮ મી આકૃતિમાં બો-
જને (અ) થી તે (ક) સુધી ઉંચો કીધેલો છે અને તેને
વધારે ઉંચો કરવાને પેહેલાને ટેકાણે ઉચ્ચાલન પાછું
નીચે આણવું જોઈશે; તથા તે ઉતરે તેટલી વાર ઉચ્ચા-
લને હરકોઈ બિજી રીતે આધાર આપવો પડશે. એ-
ટલામાટે જારે ભારી બોજો જોનો વ્યાપાર થોડી જગ્યામાં
થાયછે તેને તેના કરતાં ઓછી શક્તિથી ખસેડવાનો
હોયછે તારેજ માત્ર સાધારણ ઉચ્ચાલન કામમાં આવેછે;
અને એવે પ્રસંગેજ કાર્ય ઉત્પન્ન કરવાને તે દુરસ્ત
પડેછે.

ચક્રની અને આંસની રચના હરકોઈ અંતર ઉપરથી
ઉચ્ચાલનનો વ્યાપાર લંબાવવાસાર અને તેને નિરંતર રાખ-
વાસાર છે : એ યંત્રની અંદર ચક્રસાથે આંસ જડેલો હોયછે,
એવી રીતે કે તે પણ તેની સાથે ફરે. તે ચક્રના પ-
રિધ ઉપર ઉચ્ચાલકની યોજના થાયછે, અને જે દોરડું
આંસસાથે વીટાયછે તેને છેડે ઉચ્ચાલ્ય લટકાવ્યામાં આ-
વેછે. એ યંત્ર નીચે પ્રમાણે કામમાં આવેછે : આંસ-

ના બંને છેડાને ક્ષિતિજસમસૂત્ર સ્થિતીમાં આધાર મળેલો હોયછે, અને તેથી તે બહુ યંત્ર, ચક્ર અને આંસ એ બેઉના સામાન્ય આંસની આસપાસ વગર હરકતે ફેરેછે; પેહેલાં ચક્રને તેના ઉપર કાંઈએક બળ લગાડીને ફેરવેછે, અને તેથી કરીને આંસ પણ તેની સાથે ફેરેછે; એ કાર્ય પ્રાયઃ ચક્ર ઉપર ફરતું દોરડું રાખ્યાથી અને તેને ચક્રના પરિધના હરકોઈ સ્થળે બાંધ્યાથી સિદ્ધ થાયછે. બિજું દોરડું આંસને એવી રીતે બાંધેલું હોયછે કે જાંહાંસુધી આંસ ચક્રઉપર લગાડેલા બળે કરીને ફેરેછે તાંહાંસુધી તે આંસે વીંટાયછે. ઉચ્ચાલ્ય જે દોરડું નીચેની તરફ લટકેછે તેને બાંધેલું હોયછે; અને જે બળનો વ્યાપાર ચક્ર ઉપર બનેછે, તે ચક્ર અને આંસ બંનેને ફેરવેછે; માટે આંસે બાંધેલા દોરડાએ કરીને ઉચ્ચાલ્ય પણ ઉપરની તરફ અવશ્ય ખેંચાઈ આવેછે. યંત્રના આ નિરૂપણ ઉપરથી એવું દેખાઈ આવશે કે એ પ્રતિહત બળોનો વ્યાપાર એક બિજાની વિરુદ્ધતામાં થાયછે; તેમાં એક બળ ઉચ્ચાલ્ય, અને તેનું વલણ યંત્રને એક તરફ ફેરવવાનું હોયછે, બિજું ઉચ્ચાલક, તેનું વલણ તેનાથી વિરુદ્ધ માર્ગમાં તેને ફેરવવાનું હોયછે. એ બળોનો વ્યાપાર માહેના આંસથી એટલે માહેના સૂત્રથી જુદા જુદા અંતર ઉપર થાયછે; ઉચ્ચાલ્યનો વ્યાપાર આંસની ત્રિજ્યાની લંબાઈ જેટલા અંતર ઉપરથી થાયછે; અને ઉચ્ચાલકનો વ્યાપાર ચક્રની ત્રિજ્યાની લંબાઈ જેટલા અંતર ઉપરથી થાયછે. ૮૯ મી આકૃતિમાં એક ચક્ર અને તેની સાથે જડેલો આંસ બતાવેલો છે, અને

આકૃતિ ૮૯.

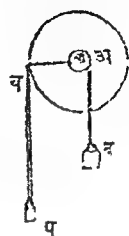


તે આંસ ચક્રની સાથે ફરેછે. ચક્ર ઉપર જે દોરડું વિઠાલેલું છે તેને જો ખેંચિયે અને ચક્ર એકજ આંસે ફરે તો એ સ્પષ્ટ છે કે ચક્રના પરિધ જેટલું દોરડું ખેંચારો: પણ જેટલી વારમાં ચક્ર એક આંસે ફરેછે તેટલીજ વારમાં તેની સાથે જડેલો આંસ પણ એકજ આંસે

ફરેછે; અને તેટલામાટેજ જે દોરડાએ ઉચ્ચાલ્ય લટકાવેલું છે તે દોરડાનો પણ એકજ આંસે આંસ ઉપર વીટારો, અને ઉચ્ચાલ્ય આંસના પરિધની ખરોખર ઉંચો આવશે. તેટલામાટે ચક્રનો પરિધ જો આંસના પરિધને છે તેવો ઉચ્ચાલકનો વેગ ઉચ્ચાલ્યના વેગને થશે. ચક્ર આંસ સાથે જેટલું પ્રમાણ રાખેછે તેટલુંજ પ્રમાણ જો ઉચ્ચાલક ઉચ્ચાલ્યની સાથે રાખે તો યંત્ર સમતોલમાં રહેશે; તેટલામાટે એવું જણાયછે કે ચક્રનો વ્યાસ આંસના વ્યાસ સાથે જે પ્રમાણ રાખેછે તે પ્રમાણ ઉપરથી યંત્રની શક્તિ કેહેવામાં આવશે. મનમાં આણુ કે ચક્રનો વ્યાસ ૧૨ ઇંચ છે, અને આંસનો વ્યાસ ૧ ઇંચ છે, તો ચક્ર ઉપરના એક આંસ વજનનો વ્યાપાર આંસ ઉપરના ૧૨ આંસ વજનના વ્યાપારને સમતોલ રાખશે; અને જો લગતર જળ અધિક કીધું તો, તેથી ચક્ર પોતાના આંસ સહિત ફરશે અને ઉચ્ચાલ્ય ઉંચો ચઢશે. ચક્ર અને આંસને એક જાતનું અખંડ ઉચ્ચાલન ધાર્યું તો ચાલશે, ૯૦ મી આકૃતિમાં તે

યંત્રનું પરિચ્છેદ દેખાડેલું છે, અને ઉચ્ચાલનનો વ્યાપાર શી રીતે થાય છે તે એ ઉપર દેખાય છે. (અ) થી તે (વ) સુધી યંત્રની આરપાર ને લિટી જાય છે તે ઉચ્ચાલન દેખાડે છે, અને તે ઉચ્ચાલનનું ચલન મધ્ય (ક) છે: (અવ) દોરડા ઉપર ને (વ) ઉચ્ચાલ્ય લટકે છે તે આંસની (કઅ) ત્રિજ્યા નેટલું દૂર છે; અને (વપ) દો-

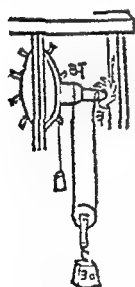
આકૃતિ ૯૦.



રડાઉપર (પ) ઉચ્ચાલક લટકે છે તે ચક્રની (કવ) ત્રિજ્યા નેટલું દૂર છે; ઉચ્ચાલનનો લાંબો ભાગ ચક્રના વ્યાસનું અર્ધ છે, અને ટુંકો ભાગ આંસના વ્યાસનું અર્ધ છે: તેટલામાટે ઉચ્ચાલનના મૂળ તત્વ પ્રમાણે આપણે ઉચ્ચાલ્યને ટેકાથી તે ઉચ્ચાલ્યસુધીના અંતરે એટલે આંસના વ્યાસના અર્ધે ગુણવું જોઈએ, અને વળી ઉચ્ચાલકને તેજ બિંદુથી તે ઉચ્ચાલકસુધીના અંતરે એટલે ચક્રના વ્યાસના અર્ધે ગુણવું જોઈએ, અને જો એ બંને ગુણાંકાર બરોબર આવશે તો ઉચ્ચાલક ઉચ્ચાલ્યને સમતોલ રાખશે. એ ઉપરથી એ સ્પષ્ટ જણાય છે કે ચક્ર જેમ જેમ મોટું હોશે, અને આંસ જેમ જેમ નાહાનો હોશે, તેમ તેમ એ યંત્રની શક્તિ વધારે થતી જશે; પણ તે પ્રમાણે ઉચ્ચાલ્ય ધિમું ધિમું ઉંચું ચઢશે. ઉપર કહ્યું તે ઉપરથી એ નિકળે છે કે ચક્ર અને આંસની યાંત્રિક શક્તિ વધારવાના બે રસ્તા છે, તે એ કે જોઈએ તો આંસની ત્રિજ્યા ઘટાડવી, અથવા ચક્રની ત્રિજ્યા વધારવી, પણ જો આ સિદ્ધાંતને વ્યવહારના કામમાં લગા-

ડીશું, તારે એવું માલમ પડી આવશે કે જે ઉચ્ચાલક કરતાં ઉચ્ચાલ્ય ધણુંજ ભારી હશે, તો આંસ એવો તો પાતળો કરવો પડશે કે ઉચ્ચાલ્ય તેને આધારે રહી શકશે નહીં; અથવા ચક્રની ત્રિજ્યા એવડી તો મોટી કરવી પડશે કે યંત્ર ધણુંજ મોટું થઈ જશે, કારણ કે તેવું થયાથી અડચણ પડે એવી મોટી જગામાં ઉચ્ચાલકનો વ્યાપાર ચાલશે. અડચણ ન પડે એટલું મહત્ત્વ રહે, તથા મોટી યાંત્રિક શક્તિ ઉત્પન્ન થાય, અને વળી તેમ થવાને આંસ જોઈએ એટલો મજબૂત રહે, એ કાર્ય આંસના જુદા જુદા ભાગ જુદી જુદી લંબાઈના રાખ્યાથી સિદ્ધ થાય છે. એ યુક્તિ ૯૧ મી આકૃતિમાં દેખા-

આકૃતિ ૯૧.



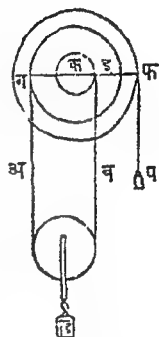
ડેલી છે. (અવ) આંસના જે ભાગ છે, તેમધ્યે એક ભાગના વ્યાસકરતાં બિજા ભાગનો વ્યાસ નાહાનો છે. જે દોરકું પાતળા ભાગઉપર વીટલાએલું છે તે, જે ચક્ર ઉપર ઉચ્ચાલ્ય લટકાવેલું છે તેમાંથી જઈને જડા ભાગઉપર વિરુદ્ધ માર્ગમાં વીટાય છે. જડા ભાગ ઉપર દોરકું વીટાય એવી રીતે આંસને ફેરવ્યો તો પાતળા ભાગઉપરથી તે અ-

વશ્ય ઉઠકી જશે, અને ચક્રના પ્રત્યેક ફરવાના આંટાએ જડા ભાગના પરિઘની ખરોખર દોરકું ઉપર ખેંચાતું જશે, તથા તેજ સમયે પાતળા ભાગના પરિઘની ખરોખર એક તરફથી ઉઠલતું પણ જશે. તેટલામાટે યંત્ર એક આંટો ફર્યાથી જાંહાં ઉચ્ચાલ્ય લટકાવેલું છે તાંહાંસુધીનો દોર-

ડાનો ભાગ, આંસનો જડો અને પાતળો એ બને ભાગના પરિઘની બાદબાંકી બંરોબર હુંકો થશે.

પાસેની દર મી આકૃતીમાં એ ચં આકૃતિ દર.

ત્રણ પરિચ્છેદ દેખાડેલું છે. એ સ્પષ્ટ છે કે (ક) ઉચ્ચાલ્યને દોરડાના (અ) અને (વ) બંને ભાગનો આધાર બંરોબર મળેલો છે, કેમકે ઉચ્ચાલ્યના અર્ધ બંરોબરના બળે કરીને પ્રત્યેક ભાગ ખેંચાયલા છે, અને મોટા વર્તુલે જે દોરડું વીટલાયલું છે તેની સાથે ઉચ્ચાલક બાંધ્યું છે, તેણે કરીને જરે ચંત્ર ફરે છે તારે આંસના નાહા-



ના ભાગઉપરથી મોટા ભાગઉપર દોરડું જાય છે. (ક) અને (ક) આગળના બળોનો વ્યાપાર મધ્યની એકજ બાજુએ થાય છે માટે, એ ખુલ્લું છે કે (ગ) સ્થળે જે બળનો વ્યાપાર થાય છે તેને તેઓ બંને મળીને આધાર આપશે; અને (ક) ઉચ્ચાલ્યની તાણને દોરડાના (અ) અને (વ) બંને ભાગનો બંરોબર આધાર મળેલો છે, માટે (ક) સ્થળે આગળ જે બળનો વ્યાપાર થાય છે તે (ગ) સ્થળે આગળના બળની બંરોબર છે; અને (ક) અંતરે તેનો વ્યાપાર બને છે તે જો (ક) અંતરની બંરોબર હોત તો (પ) ની મદદવિના તેને તે ધારણ કરી રહેત. ઉચ્ચાલનના મૂળ તત્વ પ્રમાણે જોતાં (પ) અને (ક) નું વેગમાન (ગ) ના વેગમાનની બંરોબર થવું જોઈએ, તેટલામાટે જો (પ) તે ચક્રની ત્રિજ્યાએ ગુણીને તેમાં,

ઉચ્ચાલ્યના અર્ધને આંસના પાતળા ભાગની ત્રિભ્યાએ ગુણીને તે ગુણાકાર મેળવવિયે તો તે સંવાળો, અર્ધા ઉચ્ચાલ્યને આંસના જડા ભાગની ત્રિભ્યાએ ગુણિયે તેની ખરોખર થશે. એથી એવું જણાઈ આવેછે કે ઉચ્ચાલકને ચક્રની ત્રિભ્યાએ ગુણિયે (કિમકે એટલા અંતરના ઉચ્ચાલન ઉપરથી તેનો વ્યાપાર થાયછે) તે ગુણાકાર અર્ધ ઉચ્ચાલ્યને આંસના જડા અને પાતળા બંને ભાગની ત્રિભ્યાની બાદબાકીએ ગુણિયે તેની ખરોખર છે.

(ગઅ) (ફ) કરતાં મધ્યથી વધારે અંતર ઉપર છે, માટે (ફ) આગળના બળથી જો તેને અટકાવ નહીં મળે તો તે પ્રબળ થશે: અને જેમ જેમ (ક) થી તે (ગ) સુધીનું અને (ક) થી તે (ફ) સુધીનું અંતર પાસે પાસે થતું જશે તેમ તેમ ઉચ્ચાલ્યને આધાર આપવાને (ફ)આગળ ઓછું બળ જોઈશું. જો આ રચનાને ઉચ્ચાલન પ્રમાણે ધારિયે તો (કગ) બાજુ ઉપરનું વેગમાન (કફ) ને અર્ધ ઉચ્ચાલ્યથી ગુણિયે તેની ખરોખર છે, અને એ વેગમાન (કગ) બાજુ ઉપરના વેગમાનને પ્રતિરોધ કરનાર છે. (કગ) બાજુ ઉપરનું વેગમાન (કફ) બાજુ ઉપરના વેગમાન કરતાં વધારે છે, માટે તે બંનેના અંતર જેટલા વેગમાનનો (ફ) આગળના હરકોઈ (પ) ઉચ્ચાલકે કરીને પ્રતિકાર થવો જોઈએ. મનમાં આણુ કે (કગ) ચાર ઇંચ (કફ) ત્રણ ઇંચ; અને (કફ) દેશ ઇંચ છે, અને (ક) નું વજન ૪૦૦ રોર છે; તેટલામાટે દોરડાના પ્રત્યેક ભાગઉપર ૨૦૦ રોરનો ભાર પડશે. ઉચ્ચાલનના મૂળ તત્વ પ્રમાણે જોતાં

(કગ) બાજુ ઉપરના (ગ) નું વેગમાન, ૨૦૦ રોરને એટલે (ઙ) ઉચ્ચાલ્યના અર્ધને, ચારે એટલે ટેકાથી તેના અંતરે ગુણિયે તે ગુણાકારની ખરોખર અથવા ૮૦૦ ની ખરોખર છે, અને (કઙ) બાજુ ઉપરના (ઙ) નું વેગમાન (૨૦૦×૩) અથવા ૬૦૦ ની ખરોખર છે; તેટલા માટે ખેડના વેગમાનોનો તફાવત જે (ફ) આગળના બળે કરીને પ્રતિરોધ કરવાનો છે, તે ૨૦૦ છે. (ફ) આગળ ફેટલું વજન લગાડ્યું જોઈએ તે શોધી કાઢા-ડવાસાર આપણે, જે ૨૦૦ રોરને આધાર આપવો છે તેને (ફક) નું અંતર જે દશ ઇંચ ધારેલું છે તેણે વતી ભાગવાં જોઈએ; હવે ખસેને દરો વતી ભાગ્યાથી ભાગા-કાર ૨૦ આવેછે, માટે એ યંત્રના આશ્રયથી ૨૦ રોરનું (પ) ઉચ્ચાલક ૪૦૦ રોરના (ઙ) ઉચ્ચાલ્યને સમતોલ રાખશે.

ધણી એક વાર ઉચ્ચાલકની ક્રિયા રહી રહીને બંધ પડેછે, એવું થયાથી ઉચ્ચાલ્ય ઉતાવળેથી નીચે ઉતરેછે, અને તેથી કરીને તેને ચઢાવતાં જે નફો થયો હોયછે તે ફો-કટ જાયછે: એ અડચણ દૂર કરવામાટે એક વાંકા ઠો-ધિયાનું ચક્ર કરીને તેને આંસસાથે જડી લીધેલું હોયછે. (પાછળની ૯૧ મી આકૃતિ જો). એ ચક્રને દાંતા હોયછે, અને તે બદ્ધા એક બાજુતરફ વાંકા વાળેલા હોયછે. વળી એક આંકડો જેનો વ્યાપાર ટેકાઉપર થાયછે, તે ચક્રના દાંતાની વચ્ચે આવીને પડેછે. જરે આંસ ફરેછે તારે તેની સાથે તે દાંતાવાળું ચક્ર પણ ફરેછે, અને જરે ઉચ્ચાલકનો વ્યાપાર બંધ પડેછે તારે, તે આંકડો

દાંતાઓની વચ્ચે આવેછે તેથી આંસનું પાછું ફરવું બંધ પડેછે. આ યુક્તિએ કરીને તેના પ્રથમના કાર્યની અસર કાયમ રહેછે, તથા ઉચ્ચાલન મરજીમાં આવે તેટલી વારસુધી ખસેડાયછે.

ચક્ર અને આંસના ઉપરનો બયાનથી આ લાગતું માલમ પડી આવશે કે, (વરચુચ્ચલ વિલોસિટીનો એટલે) ગુણદેગના પીજનો નિયમ, જેનું પાછળ વર્ણન કીધું છે, તે ઉચ્ચાલન પ્રમાણેજ આ ચંત્રને લાગુ પડેછે; તેટલામાટે “જે ખે બજો ચક્ર અને આંસ ઉપર એક બિજાને સમતોલ રાખે, અને તે બહુ ચંત્ર ગતિયુક્ત રહે, તો તે બજોને તેઓ જે જે પ્રદેશમાં ફરેછે તેણે વતી ગુણ્યા, તો તે ગુણ્યાકાર ખરોખર થશે.”

મનમાં આણુ કે ૮૯ મી આકૃતિમાં જે નાહાનું વજન ચક્રના પરિધે લટકાવેલું છે, તે આંસના પરિધે લટકાવેલા મોઠા વજનને આધાર આપેછે; તારે ચક્રની ત્રિજ્યા અથવા પરિધ, આંસની ત્રિજ્યા અથવા પરિધ સાથે જેટલું પ્રમાણુ રાખેછે તેટલુંજ પ્રમાણુ નાહાનું વજન મોઠા વજન સાથે રાખરો: જે ચક્રને અને આંસને એક એક આંટો ફેરવિયે તો નાહાનું વજન ચક્રના પરિધખરોખર નીચે ઉતરશે અને મોટું વજન આંસના પરિધખરોખરનો પ્રદેશ ઉંચો ચઢશે; અને એ બંને વજનો જે પ્રમાણુમાં છે તેજ પ્રમાણુમાં તે બંને પ્રદેશ પણ છે, માટે નાહાનું વજન જેટલા અંતરમાંથી ફરેછે તેણે એટલે ચક્રના પરિધે ગુણ્યું તો તે ગુણ્યાકાર, મોઠા વજનને તેને ફર-

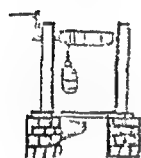
વાની જગોમાંહેના અંતરે એટલે આંસનાં પરિધે ગુણિયે તે ગુણાકારની ખરોખર થશે.

જે દેકાણે આંસનો એક ભાગ બિજા ભાગકરતાં જાડો હોયછે તાંહાં પણ એજ મૂળ તત્વ લાગુ પડેછે. (૯૧ મી આકૃતિ જો) જો ચક્રનો એકજ આંટો ફેરવ્યો તો આંસનો (અ) જાડો ભાગ અને (વ) પાતળો ભાગ એ બંને પણ એકેક આંટોજ ફરશે; અને દોરડાનો એક ભાગ આંસના જાડા છેડાઉપર વીટાયછે.

એટલામાં બિજો ભાગ પાતળા છેડા ઉપરથી ઉકલતો જાયછે, અને તેટલામાટે દોરડાનો એક છેડો આંસના જાડા ભાગના પરિધ ખરોખર ટુંકો થતો જશે, અને બિજો છેડો પાતળા ભાગના પરિધ ખરોખર લાંબો થતો જશે; અને આખું દોરડું જાડા અને પાતળા બંને આંસના પરિધની ખાદખાકી ખરોખર ટુંકું થશે; તેટલામાટે ઉચ્ચાલ્ય તે ખાદખાકીના અર્ધ ખરોખર હંચું ચઢશે. એ ઉપરથી એવો નિશ્ચય થાયછે કે જે પ્રદેશમાં ઉચ્ચાલક ગમન કરેછે તે પ્રદેશ જેમ ઉચ્ચાલ્ય ગમન કરેછે તે પ્રદેશને છે, તેમ ચક્રની ત્રિજ્યા જાડા અને પાતળા બેઉ આંસની ખાદખાકીના અર્ધને છે, અથવા ચક્રની ત્રિજ્યાની બમણાઈ બંને આંસની ત્રિજ્યાની ખાદખાકીને છે; તેટલામાટે ઉચ્ચાલકને જે પ્રદેશમાં તે ગમન કરેછે તેણે વતી ગુણિયે તે ગુણાકાર, જો ઉચ્ચાલ્યને જે પ્રદેશમાં તે ગમન કરેછે તે પ્રદેશ વતી ગુણ્યું તેની ખરોખર થાય, તો ઉચ્ચાલક અને ઉચ્ચાલ્ય એક બિજાને સમતોલ રાખશે.

ઉચ્ચાલકની યોજના ચક્રઉપર નાના પ્રકારે થાય છે. કોઈ વખત ચક્રની જગોએ આંસને છેડે એક લોહોડાનો હાથો જડેલો હોય છે. તેનો વ્યાપાર ઉચ્ચાલન પ્રમાણે બને છે; અને તેના વર્તુલાકાર ગમને કરીને ૯૩ મી

આકૃતિ ૯૩.



આકૃતિ પ્રમાણે ચક્રની ગરજ સરે છે. એ યંત્રે કરીને કુવામાંનું પાણી ડોલે વતી ઉપર આણાય છે. ઢાંડા કુવાનો લીધે ધણીએક વાર એવું બની આવે છે કે આંસની લંબાઈ ઉપર એક કરતાં વધારે વાર ઉપરાછાપરી દોરકું વીટાલવું પડે છે; એવે પ્રસંગે એવું માલમ

પડશે કે જેમ જેમ ડોલ કુવાના મથાળાની પાસે આવતી જશે, તેમ તેમ હાથને ફેરવવાની મહેનત વધતી જશે; કેમકે ચક્રનો પરિઘ આંસના પરિઘ કરતાં જેટલા ગણો મોટો હોય છે તેટલુંજ પ્રમાણ જે નફો થાય છે તે ઉચ્ચાલ્ય સાથે રાખે છે, તેથી એ સ્પષ્ટ છે કે જરૂર દોરકું બિજી વાર ઉપરાછાપરી આંસ ઉપર વીટાય છે તારે ચક્રના અને આંસના પરિઘનું અંતર ઓછું થતું જાય છે; અને તેટલામાટે આંસની આખી લંબાઈ ઉપર દોરડાના આંટાના ચર ઉપરાછાપરી આવતા જાય છે તેમ પ્રત્યેક ફેર પ્રથમ કરતાં ઓછો ઓછો નફો થતો જાય છે.

કોઈ કોઈ વાર ચક્રના પરિઘઉપર સરખે અંતરે ઢાંડા રાખ્યામાં આવે છે, અને તેજ ઢાંડાઉપર ઉચ્ચાલકને સ્થાને હાથની યોજના કર્યામાં આવે છે. (૮૯ મી આકૃતિ જો.) વાહાણના સુકાનને ફેરવવાને જે ચક્રનો ઉપયોગ

થાયછે તેઉપરથી ઉચ્ચાલકને યોજના કરવાની આ રીતિ સમજાયછે. વિંડલાસમાં આંસ ક્ષિતિજસમસૂત્ર હોયછે; પણ ડવર એટલે લંગર ઉપાડવાના યંત્રમાં લંબરૂપ હોયછે. આંસને ડવરમાં લંબરૂપ રાખવાથી જે હિત છે તે ઘણું ખુલ્લું છે. લાંબા ઉચ્ચાલનોનો સમુદાય આંસ-ઉપર ફરતો સરખે અંતરે ભેરવેલો હોયછે; તે પ્રત્યેક ઉચ્ચાલનને એક અથવા વધારે ખલાસિઓ એકી વખતે આંસની આસપાસ ફરતા જઈને પોતાની આગળની તરફ ફેરવેછે. પછી જેમ જેમ તે ઉચ્ચાલનો આસપાસ ફરતાં જાયછે તેમ તેમ લંબરૂપ આંસ પણ તેઓની સાથે આસપાસ ફરતો જાયછે, અને તેથી દોરકું આંસે વિઘાતું જાયછે, અને ઉચ્ચાલ્ય આંસની તરફ ખેંચાતું ચાલ્યું આવેછે.

આકૃતિ ૯૪.



વાહાણોમાં લંગરોને ખેંચવાસાથે મુખ્યત્વે કરીને ડવર કામમાં આવેછે; અને જારે તેનું કાંઈ કામ હોતું નથી તારે જે દાંડાઓ ભેરવેલા હોયછે તેને કાહાડી લાખીને ખાજીએ મુકેછે.

અક અને આંસની શક્તીનો જે રીતે નિશ્ચય થાયછે, તેજ રીતે આ યંત્રની શક્તિ ગણવામાં આવેછે; એટલે અકની ત્રિજ્યા, (જે આ ઠેકાણે આંસની જડાઈનું અર્ધ વત્તા દાંડાની લંબાઈ છે,) જેમ આંસની ત્રિજ્યાને છે, તેમ તેમાંના એક દાંડાના છેડાઉપર માણસ પોતાની શક્તિ લગાડ્યાથી જેટલા વજનને ધારણ કરી રાખેછે

તે વજન, તે માણસ જેટલી શક્તીની યોજના કરેછે તે શક્તીને છે.

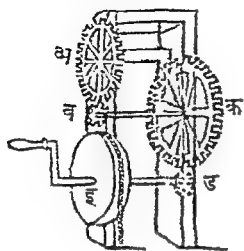
મનમાં આણુ કે ૨૦૦૦૦ શેરની એક ગદા હિંચકવાની છે અને ૧૦ ડગર તેની આસપાસ મુક્યાં છે, તથા તે માહિના એકેક ડગરને દશ દશ દાંડા છે, અને એક, એક દાંડાઉપર એક એક માણસ ખળ લગાડેછે. એવું ધાર કે આંસની ત્રિલ્યા છ છ ઇંચ અને પ્રત્યેક દાંડાની લંબાઈ સાડાપાંચ ફુટ છે, તથા પ્રત્યેક માણસનું ભેર ૨૦૦ શેર જેટલું છે. એક દાંડાની લંબાઈ જે સાડાપાંચ ફુટ છે તેને બે આંસની ત્રિલ્યા જે છ ઇંચ છે તેની સાથે મેળવી તો સર્વાંગે છ ફુટ થાયછે, અને તેટલી આ ફેકાણે ચક્રની ત્રિલ્યા થશે. માટે આંસની ત્રિલ્યા જે છ ઇંચ છે તે જેમ ચક્રની ત્રિલ્યા જે ૬૨ ઇંચ છે તેને અથવા ૧ : ૧૨ ને તેમ એક માણસનું ખળ, આ યંત્રના એક દાંડાની સહાયતાથી તે માણસ જે વજનને આધાર આપી શકશે તે વજનને થશે; તેટલામાટે, ૧ : ૧૨ :: ૨૦૦ શેર : એક માણસ જેટલા વજનને આધાર આપેછે તે વજનને થશે. એટલે ૨૪૦૦ શેરને. હવે એક એક ડગરને દશ દશ દાંડા એવાં દશ ડગર છે, માટે ૨૪૦૦ ને બે ૧૦૦ એ વ-તી ગુણ્યા તો ગુણાકાર ૨૪૦૦૦૦ એટલે જે ગદા હિંચકવાની છે તેના વજન કરતાં વધારે થાયછે. મુખ્ય-ત્વે કરીને ડગરના સમુદાયની મદદથી ડોમિનિકો ડો-ન્ટોના નામના એક મોટા ઇતાલિયન કારીગરે, એક મોટો મનારો જે રોમ શહેરના સેન્ટ પિટર્સ નામના દે-

વલથી આગળની તરફની અગાસીની નીચે મધ્ય ભાગે હતો તે અસેડ્યો હતો; તે મનારો તોલમાં ૩૫૦૦૦ મણુની પાસે પાસે હતો.

આપણે પાછળ જણાવ્યું છે કે જો ચક્ર અને આંસની માંહે ઉચ્ચાલ્ય ઉચ્ચાલક કરતાં ઘણુંજ ભારે હોય તો આંસ ભાગી પડે તાંહાંસુધી પાતળો કરવો પડે, અથવા ચક્રને ખેસુતમ મોટું કરવું પડે; તેટલામાટે જારે ઘણી રાક્ષીની જરૂર હોયછે તારે મિશ્ર ઉચ્ચાલન પ્રમાણે ચક્રો અને આંસો એક બિજા સાથે જોડ્યામાં આવેછે, અને યાંત્રિક શક્તિ ગણવાની રીતિ પણ મિશ્ર ઉચ્ચાલન પ્રમાણેજ છે.

મિશ્ર ચક્રના યંત્રમાં ઉચ્ચાલકની યોજના પેહેલા ચક્રના પરિઘઉપર કીધામાં આવેછે, અને તેણે કરીને તે ઉચ્ચાલકની અક્ષર તેના આંસના પરિઘઉપર થાયછે. ઉચ્ચાલ્યને આધાર આપવા સારૂ આંસને જોડ્યો જોડ્યો તેટલો મજબુત અને જાડો રાખીને તેનાવાળા ચક્રની ત્રિજ્યા સુતર માલમ પડે એટલી રાખેછે, તથા ચક્રના પરિઘઉપર ૯૫ મી આકૃતિ પ્રમાણે દાંતા પાડેલા હોયછે. એક નાહાનું ચક્ર જેને ઇંગ્રેજીમાં પિન્યન કહેછે તેના ઉપર ફેરે એવી રીતે એ ચક્રને મુકેલું હોયછે; એ નાહાનું ચક્ર પણ બિજા આંસ સાથે જોડેલું હોયછે અને તે એવી રીતે મુકેલું છે કે, જારે નાહાનું અને મોટું બંને ચક્ર ફેરેછે તારે તે બંનેના દાંતા એક બિજાને પકડી લેછે. આ મિશ્ર આંસના છેડાઉપર એક મોટું ચક્ર વળગાડેલું હોયછે, અને તેના પરિઘઉપર પણ

આકૃતિ ૯૫.



દાંતા પાડેલા હોયછે; અને એ મોટા ચક્રની નીચે એક બિન્દુ પિન્ધન મુકેલું હોયછે અને તે બિન્ધ આંસસાથે જડેલું હોયછે. એ આંસના બિન્ધ છેડાઉપર બિન્દુ મોટું ચક્ર જડેલું હોયછે, અને જે બળ આપ્યા યંત્રને ફેરવેછે તેની યોજના તેના ઉપર કીધી હોયછે.

પાસેની આકૃતિમાં આ બધાં ચક્રો દેખાડેલાં છે. આ ચક્રો અને પિન્ધનોના સંયોગમાં લાંબા સતત ઉચ્ચાલનનો વ્યાપાર ટુંકા સતત ઉચ્ચાલનની વિરુદ્ધતામાં થાયછે, અને તેથી સારી પેઠે યાંત્રિક ક્ષણ પ્રાપ્ત થાયછે. પેહેલા ચક્રની ત્રિજ્યા વધાર્યાથી જે કાર્ય ઉત્પન્ન થાત તે કાર્ય આ સંયોગથી ઉત્પન્ન થાયછે; પણ એ ખોટું છે કે એ સંયોગ તેના કરતાં ઘણોજ સૂતરો પડેછે અને સેહેલથી થાયછે: ચક્ર અને આંસની ઉપરપ્રમાણે યોજના થઈ હોયછે તારે એ આપ્યા યંત્રની શક્તિ તેની માફે જોડેલાં ચક્રો હોયછે તે બધાંની જુદી જુદી શક્તિઓને એકઠી ગુણ્યાથી માલમ પડી આવેછે. દર એક ચક્રના પરિઘનું અથવા વ્યાસનું તેના આંસના પરિઘ અથવા વ્યાસ સાથે જે પ્રમાણ હોયછે, તે પ્રમાણ અંક ઉપરથી એ શક્તિ પ્રાયઃ ગણાયછે. મનમાં આણુ કે ૪૦ રોરના ઉચ્ચાલકે કરીને ૪૩૨૦ રોરના ઉચ્ચાલને આધાર આ-

પવાનો છે; હવે એ ઠેકાણે ૧૦૮:૧ ને, એ પ્રમાણમાં ઉચ્ચાલ્ય ઉચ્ચાલકને છે. વળી ધાર કે આંસનો વ્યાસ ૮ ઇંચ છે તથા તે ભાગી નહીં પડે એવા ઉચ્ચાલ્યને આધાર આપે એવો મળજીત છે. હવે જો આપણે આ ઉપર કહેલા ઉચ્ચાલ્યને આધાર આપવાને એક જ ચક્રનો ઉપયોગ કરીએ તો આપણને એવું માલમ પડી આવશે કે તે ઉચ્ચાલ્યને ધારણ કરી રાખવામાં ૮ ઇંચ વ્યાસના આંસને ૭૨ કુટ, અથવા ૮૬૪ ઇંચના વ્યાસનું ચક્ર જોઈશું.* પણ એવું યંત્ર પુષ્કળ મોટું અને અડચણ ભરેલું થશે તેટલામાટે મિશ્ર ચક્રનો ઉપયોગ કરવો જોઈએ.

આપણે એ અગાઉ નિરૂપણ કીધું છે કે જો ઉચ્ચાલક એકની ખરોખર અને તેનો વેગ ૨૦ ની ખરોખર હશે, તથા ઉચ્ચાલ્ય ૨૦ ની ખરોખર અને તેનો વેગ ૧ ની ખરોખર હશે, તો ઉચ્ચાલક અને ઉચ્ચાલ્ય એક બિજાને અરસ્પરસ ધારણ કરી રહેશે. તેટલામાટે એ મિશ્ર ચક્રની મદદથી ઉચ્ચાલકના વેગની એટલી વૃદ્ધિ કીધી કે જો તેને તેના વળને ગુણિયે અને જો ગુણાકાર આવે તે, ઉચ્ચાલ્યના વેગને ઉચ્ચાલ્યથી ગુણિયે તેની

* ઉચ્ચાલ્ય જો ૧૦૮ રોર જોઈયું છે તેને જો આંસના વ્યાસે એટલે આઠે ગુણ્યું, તો ગુણાકાર ૮૬૪ થાય છે; તેટલામાટે એને સમતોલ રાખવામાં ચક્રનો વ્યાસ ૮૬૪ ઇંચ જોઈએ, કેમકે ૮૬૪ ને ઉચ્ચાલકે એટલે એકે ગુણ્યા તો ગુણાકાર ૮૬૪ થશે.

બરોબર થાય તો યંત્રમાં યોજના કીધેલું ઉચ્ચાલક ઉચ્ચાલ્યને આધાર આપશે. એજ આકૃતિમાં ધાર કે સ-
ઉથી ઉપરનું ચક્ર (અ) છે અને તેની નીચે પિન્ધન
(વ) છે, બિજું ચક્ર (ક) છે અને તેની નીચેનું પિન્ધન
(ઢ) છે, તથા ત્રિજું ચક્ર (ઙ) છે. ધાર કે (અ) ચક્ર-
ની ત્રિજ્યા ૧૨ ઇંચની અથવા તેનો વ્યાસ ૨૪ ઇંચ-
નો છે, અને તેના આંસની ત્રિજ્યા ૪ ઇંચની છે;
જો (અ) ચક્રના પરિધઉપર ઉચ્ચાલકની યોજના કીધી,
તો જેમ ચક્રની ત્રિજ્યા આંસની ત્રિજ્યાને છે, તેમ
ઉચ્ચાલકનો વેગ ઉચ્ચાલ્યના વેગને થશે—એટલે, ૧૨,
જેમ ૪ ને, અથવા ૩, જેમ ૧ ને. વળી ધાર કે
(વ) પિન્ધનની ત્રિજ્યા ૨ ઇંચ છે, અને તેને ૧૨ દાંતા
છે, અને મોટા (અ) ચક્રને ૭૨ દાંતા છે; તેટલામાટે
તેઓનું પ્રમાણ ૧ જેમ ૬ ને એ પ્રમાણે થશે. મન-
માં આણુ કે (ક) ચક્રની ત્રિજ્યા અને દાંતાઓ (અ)
ચક્રની બરોબર છે. હવે ઉચ્ચાલ્યનો વ્યાપાર (અ) ચક્ર-
ના આંસઉપર બનેછે એવું ધાર્યાથી તે ચક્રનો પરિધ
જે વેગે ફરશે તે વેગ જેમ આંસના વેગને તેમ ૩: ૧
ને થશે, કેમકે ચક્રની ત્રિજ્યા ૧૨ ઇંચ અને આંસ-
ની ત્રિજ્યા ૪ ઇંચ છે. જેમ જેમ તેના દાંતા ફરતા
જાયછે તેમ તેમ તેઓ (વ) પિન્ધનના દાંતામાં ભેરવા-
તા જાયછે, અને પોતાના જેટલા વેગે કરીને—એટલે,
ઉચ્ચાલ્ય કરતાં ત્રણગણું ઉતાવળે તે પિન્ધનને ફેરવેછે.
(વ) ચક્રના ફરવાથી તેની સાથે તેનો આંસ અને (ક)
ચક્ર પણ ફરેછે; અને (ક) ચક્રની ત્રિજ્યા (વ) ચક્રની

ત્રિભ્યાને છે જ્ઞેમ ૬: ૧ ને તેથી તેના પરિધનો વેગ, અને તેટલામાટે તેના ઉપર જે ઉચ્ચાલક ધારેલું છે તેનો વેગ પણ (વ) ચક્રના વેગને થશે, જ્ઞેમ ૬: ૧ ને છે. પણ (વ) પિન્ધન ઉચ્ચાલ્ય કરતાં ત્રણગણું ઉતાવળું ફરેછે, અને (ક) ચક્ર (વ) કરતાં છ ગણું મોટું છે, તેથી (ક) ચક્ર ઉપરના ઉચ્ચાલકનો વેગ તે ઉચ્ચાલ્યના વેગ કરતાં ૧૮ ગણો વધારે થશે. હવે આપણે ધારો કે (હ) ચક્રના પરિધઉપર ઉચ્ચાલકની યોજના કીધી છે, તથા (ડ) પિન્ધનને તેના જેટલાજ દાંતાં છે અને તેની ત્રિભ્યા પણ તેટલીજ છે, તથા (હ) ચક્રની ત્રિભ્યા (ક) અને (અ) ચક્રની ત્રિભ્યા અરોમર છે; હવે (ક) ચક્રના દાંતા (ડ) પિન્ધનના દાંતામાં ભરાઈને તેને પોતા જેટલા વેગથી ફરેવેછે તેથી કહીને, (હ) ચક્ર પણ તેની ત્રિભ્યા પિન્ધનની ત્રિભ્યા કરતાં જેટલા ગણી વધારે છે, તેટલા ગણા તેના કરતાં વધારે વેગથી એટલે છ ગણા વેગથી ફરશે. આપણે ઉપર દેખાડેલું છે કે (ડ) પિન્ધનનો વેગ ઉચ્ચાલ્ય કરતાં ૧૮ ગણો વધારે છે, અને (હ) ચક્રના પરિધઉપરના ઉચ્ચાલકનો વેગ એના કરતાં છ ગણો વધારે છે, તેટલામાટે એ વેગ ઉચ્ચાલ્યના વેગને થશે જ્ઞેમ ૬×૧૮: ૧ ને—એટલે ૧૦૮: જ્ઞેમ ૧ ને. માટે એઉપરથી એવું નિકળી આવેછે કે, જે ઉચ્ચાલકનું માન ૧ છે તેનો વેગ ૧૦૮ છે; અને જે ઉચ્ચાલ્યનું માન ૧૦૮ છે તેનો વેગ ૧ છે; એ ઉપરથી એવો નિર્ણય કીધામાં આવેછે કે ઉચ્ચાલક અને ઉચ્ચાલ્યના

વેગમાન ખરોખર છે, અને તેટલામાટે તેઓ અરસ્પરસ એક બિજાને ધારણ કરી રાખશે.

એક ચક્રની ગતિ બિજા ચક્રને વિશે સમાનતાથી લઈ જવાસારે, જારે દાંતાના જોરથી એક ચક્રનો વ્યાપાર બિજા ચક્ર ઉપર બનેછે; તારે દાંતાઓ એવી રીતે કરવા જોઈએ કે તેઓ એક બિજા ઉપર સફાઈથી ફરે; એ પણ અવશ્ય છે કે દાંતાઓની ખરોખર ગોઠવણી ઉપર સારી પેઠે ધ્યાન રાખવું, કેમકે નહીં તો તે બેસતા આવશે નહીં અને એક બિજાને ભાંગી નાખશે.

ચક્ર અને પિન્યનની રચનામાં એ સ્પષ્ટ છે કે ચક્રને જે પિન્યન ફેરવેછે તે ચક્ર કરતાં ઘણા વધારે આંદા ફેરેછે; અને ચક્રની એક પ્રદક્ષિણા થાયછે તેટલામાં તેની સાથે પિન્યનની કેટલી પ્રદક્ષિણા થાયછે તે પ્રત્યેકના દાંતાની સંખ્યા ઉપરથી જાણ્યામાં આવેછે. જો મોટા ચક્રને ૧૦૦ દાંતા હોય અને નાહાનાને માત્ર ૧૦ હોય તો, મોટાની એક પ્રદક્ષિણા થશે એટલામાં નાહાનાની ૧૦ થશે. તેટલામાટે જે ચક્ર અને પિન્યનનો એકઠો વ્યાપાર થાયછે તેઓની પ્રદક્ષિણાની સંખ્યા તેઓના દાંતાઓની સંખ્યાના વ્યુત્ક્રમ પ્રમાણમાં છે.

કોઈ વાર એક ચક્રની ગતિ બિજા ચક્રને વિશે ચામડાના પટાએ કરીને અથવા દોરડાંએ કરીને લઈ જવાએછે; એથક્રી એ એક મોટો નફો થાયછે કે ચક્રોને એક બિજાથી મરજી પડે એટલાં આધાં સુકી શકાયછે, તથા એક બિજાથી વિરુદ્ધ અથવા સરખા માર્ગમાં તેઓને ફેરવી શકાયછે: પણ જારે બંને ચક્રોને એકઠા કર-

નારો પટો ઘણો લાંબો હોયછે, તારે તેના મધ્ય ભાગ આગળ આધાર હોતો નથી તેથી કરીને તે પોતાને બારે કરીને ગમન વેળાએ ઓલવા આવેછે. જો એ ચક્રના વ્યાસ બરોબર છે, એવા એક ઉપરથી બિન ચક્ર ઉપર પડાયે કરીને રાક્ષિત શી રીતે લઈ જવાયછે તે પાસેની ૬૬ મી આકૃતિમાં બતાવેલું છે. જેટલી રાક્ષિત

આકૃતિ ૬૬.

એક ચક્રને વિશે મુકેલી હોયછે તેટલી રાક્ષિત બિનને વિશે ઉત્પન્ન થાયછે; અને તેઓ બંનેના વ્યાસ સરખા છે માટે વેગો પણ સરખા થશે, તથા બંને એકજ માર્ગમાં ફરશે.



જો એક ચક્રનો વ્યાસ બિનના કરતાં મોટો હશે તો નાહાનું ચક્ર મોટા કરતાં વધારે આંટા ફરશે. ઉદાહરણ, જો મોટા ચક્રનો વ્યાસ ૯ ઇંચ હશે, અને નાહાનાનો ૩ ઇંચ હશે, તો તે નાહાનું મોટાની એક પ્રદક્ષિણા થાય તાંહાંસુધીમાં ત્રણ આંટા ફરશે.

પાસેની ૬૭ મી આકૃતિમાં જુદા જુદા માર્ગમાં ફરતાં બે ચક્રો બતાવેલાં છે, અને એવા જુદા જુદા માર્ગ મોટા ચક્ર આગળથી નિકળતી



વેળાએ પડાને આંટી દીધાથી થાયછે: પટો એવી રીતે નાખ્યાથી બંને ચક્રોની ગતિ એકજ તરફ ન થતાં વિરુદ્ધ માર્ગમાં થાયછે, એ શિવાય એથી બિનને એક નફો થાયછે, તે એ કે પટો વધારે મજબુતીથી અને તંગ રહીને ફરેછે.

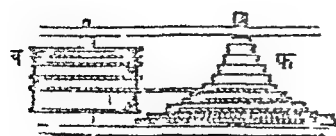
૧૫૪ નાહાનાં અને મોટાં ઘડીયાળો વિશે.

નાહાનાં અને મોટાં ઘડીયાળોમાં માત્ર ગતિ ઉત્પન્ન કરવાસાથે તથા તે ગતીને ખરોખર અલાવવાસાથે ચક્ર કામમાં આવેલે, અને એ દેકાણે ચક્રોનું કામ કાંઈ વજન હોયવાનું અથવા પ્રતિબંધ દૂર કરવાનું હોતું નથી; વળી જે બળની યોજના થઈ હોયલે તેનું જોર ઓછું વતું થાયલે, પણ ચક્રો તો સમાન ગતીએ ફરે એવી રીતે રાખવાં પડેલે. મનમાં આણુ કે પાણીદાર ખરા લોહોડાની કમાન જે મળસૂત્રનાં આકારની છે તે ઉચ્ચાલક છે, (આકૃતિ ૯૮), અને તે જેમ જેમ આકૃતિ ૯૮.



છુટતી જાયલે તેમ તેમ તેનું બળ ઓછું થતું જાયલે, એ ઉપરથી એ સ્પષ્ટ છે કે જોરે તે પ્રથમ ઉકલવા માંડેલે તારે તેનું બળ

વધારે હોયલે; નીચેના ઉદાહરણમાં ઘડિયાળના સાહિત્યનું વર્ણન કરીું છે, તે ઉપરથી આ અપૂર્ણતા શી રીતે મટાડેલી છે તે બાંધમ પડશે. મળસૂત્રાકાર ગુંછળી કરીને કમાનને (વ) પીતળની ઘાબડીમાં સુકેલી હોયલે. ૯૯ મી આકૃતિ જો. કમાનના બાહારના છેડા ઉપરની આકૃતિ ૯૯.



ચારે કરીને તેને ઘાબડીસાથે જડેલી હોયલે અને મધ્યે રહીને જે આંસ પિતળની ઘાબડીની આરપાર જાયલે તેની સાથે બિજો કમાનનો છેડો જડેલો હોયલે.

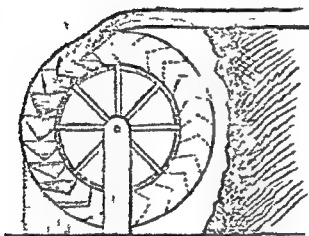
નાહાનાં અને મોટાં ધડીયાળો વિશે. ૧૫૫

એક જંજીર (બ) દાખડીએ વિઠાણેલું હોયછે તેનો એક છેડો દાખડી સાથે જડેલો હોયછે તથા બિન્ને છેડો પીતળના (ફ) શંકુએ જડેલો હોયછે; તે શંકુ નીચેની તરફ પોહોળો અને ઉપરની તરફ સાંકડો હોયછે, તેથી તેની માંહે એક આંસ હોયછે તેના ઉપર તે આંસપાસ ફરી શકેછે. એ શંકુને ઇંગ્રેજીમાં ફ્યુઝી કહેછે. જરે ફ્યુઝીના મળસૂત્રાકાર આંટા ઉપરથી જંજીર ઉકલેછે તારે (બ) દાખડીમાંહેની કમાન પણ ઉકલેછે. જરે આંસને ધડિયાળની કુંચીએ વતી ફેરવિએ છેયે તારે દાખડી ઉપરથી જંજીર ખેંચાઈ જઈને ફ્યુઝી ઉપર વિઠલાયછે; અને દાખડી ઉપરથી જંજીર જેમ જેમ ઉકલતું જાયછે તેમ તેમ તે દાખડી ફરતી જાયછે, અને તેથી ફરીને તે માંહેની કમાન વિઠલાતી જાયછે. જરે કમાનનું જોર વધારેમાં વધારે હોયછે તારે ફ્યુઝીના નાહાનામાં નાહાના ભાગ ઉપરથી જંજીર ઉકલેછે, અને તેથી તે વેળાએ તેનો વ્યાપાર નાહાના ઉચ્ચાલને ફરીને બનેછે એમ ધાર્યું તો ચાલશે: જેમ જેમ ધીમે ધીમે કમાન ઉકલતી જાયછે તેમ તેમ જંજીર ફ્યુઝી ઉપરથી ઉકલીને દાખડી ઉપર વિઠાતું જાયછે, તથા તે વેળાએ તેને મોટું ઉચ્ચાલન હાથ લાગેછે, કેમકે તારે તેનો વ્યાપાર જે સ્થળ આગળ થાયછે તે સ્થળ શંકુના પાયાની પાસે હોયછે. એ પ્રમાણે ધીમે ધીમે બળ આછું થતું જાયછે તેનું પુરતિહં ધીમે ધીમે ઉચ્ચાલનની વૃદ્ધિ થાયથી થાયછે; અને તેટલામાટે એ બે વિરુદ્ધ કાર્યથી એક

ખિજનો નક્કો તોટો સમાન થાયછે; અને તેણે કરોને એકસરખો વ્યાપાર જારી રેહેછે.

જળચક્ષોમાં, ૧૦૦ મી આકૃતિમાં બતાવ્યા પ્રમાણે ચ-

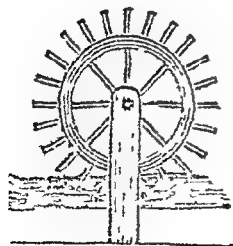
આકૃતિ ૧૦૦.



કના પરિઘઉપર જે ડો-લચિઓ ફરતી બાંધેલી હોયછે તેના ઉપર પાણી પડે એવી યુક્તિ કીધેલી હોયછે; અને એ પ્રમાણે રચના થઈ હોયછે તારે યંત્રને ઉર્ધ્વાહત ચક્ર કહેછે: પંનાળે કરીને પા-

ણી ચક્રના મથાળાની સફાઈઉપર આણેછે, પછી જેમ જેમ પાણી પડેછે તેમ તેમ ડોલચિઓ ભરાયછે અને તેણે

આકૃતિ ૧૦૧.



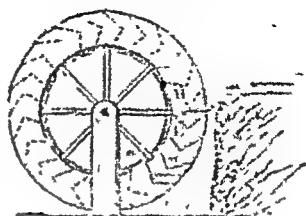
કરીને ચક્ર પોતાના ભારથી ફરેછે. કોઈ વેળાએ ૧૦૧ મી આકૃતિ પ્રમાણે પરિઘઉપર પા-ટીઆં જડેલાં હોયછે તેના ઉપર પાણીનો વ્યાપાર થયાથી તે ફરેછે, અને તારે તે ચક્રને અધરાહત ચક્ર કહેછે.

જારે પાણી ચક્રના મધ્ય બિં-

દ્યથી વધારે હંચું પોહોંઆડી શકાતું નથી તારે પાશ્વર્વાહત ચક્રનો ઉપયોગ કીધામાં આવેછે; અને તેમાં એ બેને

મૂળ તત્ત્વોનો વ્યાપાર બને છે. ૧૦૨ છ આકૃતિ જો.

આકૃતિ ૧૦૨.



મોરી બાંધીને જે પાણી ચક્ર આગળ આણેલું હોય છે, તે પાણીનો પ્રવાહ ચક્રના પરિઘ ઉપર

જે ઝોલચિઓ બાંધેલી હોય છે તેમાં પડે છે. ઝોલચીમાં હોના પાણીના ભારે કરીને તે ચક્ર ફરે છે; અને જરે એ ઝોલચિઓ ફરતી ફરતી નીચે આવે છે તારે તેમાં હેનું પાણી ઢોળાઈ જાય છે, અને તે ખાલી બિંજ ખાજુએ ઉપર ચઢે છે અને તેમાં ફરીથી પાણી ભરાય છે.

જ્યાં ખરોખર અને એકસરખી ગતીની જરૂર હોતી નથી તે જગોએ માત્ર પવનચક્રી કામમાં આવે છે. તેમાં વાયુનું બળ ઉચ્ચાલકને ડેકાણે છે, તથા તેનો વ્યાપાર તેના દાંડના જુદા જુદા ભાગઉપર બને છે; અને જુદાં જુદાં ચક્રો જેઓને એકજ સાધારણ આંસ હોય તેમના ઉપર જુદાં જુદાં બળોનો વ્યાપાર થતો હોય તે પ્રમાણે દાંડઓ સમજવા.

ચક્રોને વિશે ગતિ ઉત્પન્ન કરવાને પથુના શરીરના ભારનો અને તેની સ્થાવુના બળનો એકત્ર વ્યાપાર કરવાસાર ઘણી ઘણી સુક્તિઓ કીધેલિયો છે. ઘોડે ચક્રની અંદરની બાજુએ પરિઘઉપર ઉભો રહીને ઉપરની તરફ પગલાં મારે છે, અને ચક્ર નીચે ઉતરતું જાય છે

તેમ તે પોતાની સ્થિતિ જોમ હોયછે તેમ રાખેછે એ, એ વાતનો એક દાખલો છે.

ડકાઉપર અને માલની વખારોમાં માલની ગાંસડિ-
ઓને હંચે ચઢાવવાને અને નીચે ઉતારવાને યારી કા-
મમાં આવેછે, તે આંસ અને ચક્રનો ઘણો પ્રસિદ્ધ દા-
ખલો છે. જે પ્રમાણે ગોળ પાંજરામાં ખિસ્કોલી કબજ
કીધાથી પાંજરું ફેરવામાં આવેછે, તે પ્રમાણે અસલ
ઘણું ખરું યારીના મોટા ચક્રમાં માણસ ફરતું, અને તે-
ણે કરીને તેને ફેરવતા. એ રીતિ કેવળ ભયંકર હતી
એટલુંજ નહીં, પણ એણે કરીને બળ ઘણું નિષ્ફળ જ-
તું હતું; પણ હાલ તો એ રીતિ કેવળ નિકળી ગઈ છે.
હમાં ચક્ર અને આંસ ઉપર માણસની રાક્ષીની યોજ-
ના કરવાની સહથી શ્રેષ્ઠ અને ગુણકારક રીતિ એ છે
કે, મોટા ચક્રના પરિઘની બાહારની બાજુ ઉપર સાધા-
રણ જળચક્રની પેઠે પાટિઆં જડવાં, અને જે લિટી
ચક્રના સીધા (એટલે ક્ષિતિજરેખાનું રૂપ) વ્યાસને દે-
ખાડેછે તેના જેટલી હંચાઈ આગળથી તે પાટિઆ
ઉપર, માણસ ચાલતી વખત પગ મુકેછે તે પ્રમાણે એક
અથવા વધારે માણસ પાસે મુકાવવા, કેમકે તેથી કરીને
માણસનો આખો ભાર અને શક્તિ જાંઠાંથી તેને ધણી-
જ અસર પોહોંચેછે તે બિંદૂ આગળ કામમાં આવશે.
એજ રીતે હાલ કેટલીઓ પાસે કુવામાંથી પાણી કહડા-
વવા માટે ગુજરાતની ધણી ખરી તુરંગોમાં રેંચો બનાવેલા
છે; એવા રેંચોને ઇંગ્રેજીમાં ડ્રેડમિલ્લ કહેછે.

કોઈ વેળાએ ચક્ર અને આંસનો હેતુ શક્તિ ઉત્પન્ન

કરવાનો હોતો નથી, પણ પુષ્કળ ગતિ ઉત્પન્ન કરવાનો હોયછે; વિલાયતમાં માંસ ભુંજવાના યંત્રમાં જે ચક્ર અને આંસ કામમાં આવેછે તેનો એજ હેતુ હોયછે: તે યંત્રમાં જારે ભારને સેહેલથી ધણું નીચે ઉતારવાનું હોતું નથી તારેજ માત્ર તેની યોજના કીધામાં આવેછે. એ ઠેકાણે એક ભારે વળન આંસઉપર લટકાવેલું હોયછે, અને ચક્રનો પરિધ ધણો મોટો રાખ્યો હોયછે તેથી ક-રીને, એક વાર બોળને નીચે ઉતારવાને જોઈલું દોરકું જોઈએ છેએ તેના કરતાં ચક્ર ઉપર વધારે લપેટાયછે; અને એ પ્રમાણે દોરકું લપેટ્યાવિના યંત્ર વધારે વારસુધી ચાલ્યા કરેછે.

આંસ અને ચક્ર એ જોડું ધણે ખરે ઠેકાણે કામમાં આવેછે તેવું બિજું અમિત્ર યંત્ર એકે નથી, અને તેટલામાટેજ ધણે પ્રસંગે મિત્ર યંત્રમાં તે દીકામાં આવેછે. તેની વર્તુળાકાર ગતિએ કરીને પણ ફેટલોએક નફો થાયછે, કેમકે તે ગતિ ધણાજ લાંબા કાળસુધી એકસરખી રહી રાકેછે; વળી એનો બિજો નફો એ છે કે બિજી જાતના યંત્રસાથે ઘણીએક રીતે સેહેલથી તે સંયુક્ત કીધામાં આવેછે. અને તેટલામાટેજ જે યંત્રમાં આંસ અને ચક્ર મુખ્ય હોતાં નથી એવાં મિત્ર યંત્ર ધણાં થોડાં છે. એ પ્રમાણે મરી દળવાની ધંડીથી તે બિજો મોટો સાંચો જોડે કરીને લોહોડાંના પત્રાં દબાયછે તથા તેની પાટો કીધામાં આવેછે તે અનેલાં છે; ઘણીએક જાતના પધડિંવાળા રથો, ચરખાઓ અને દળવાનાં યંત્રો તથા ઘડિઆળો અને સઘળી જાતના કાળમાપકો તથા

૧૬૦ આંસ અને ચક્રના બિજાં યંત્રો.

કાંતવાના ચરખા, અને રેના, મણુના, બનાતના અને
રેશમના કામમાં આવેછે એવાં બિજાં યંત્રો, તથા જીદાં
જીદાં કામમાં આવે એવી રીતે બનાવેલાં વગણ યંત્રો, એ
મૂર્વમાં આંસ અને ચક્ર મુખ્ય હોયછે.

ભાગ ૯.

કપ્પી અથવા દોરડાં વિશે.

આપણે હજીસુધી જે યંત્રોનો વિચાર કરીધો તે યંત્રો અનમનીય પદાર્થોથી બનેલાં છે એવું ધાર્યું હતું; પણ જે યંત્રનો હાલ વિચાર કરીશું તે પદાર્થની યાંત્રિક શક્તિ તો નરમાસ ઉપરથી છે. એક માર્ગમાંથી બિન માર્ગમાં બળને લઈ જવાસાર દોરી કામમાં લીધી તો ચાલશે, અને એ યંત્ર કામમાં લેવાથી એ એક મોટી સુગમ વાત બનેછે; મનમાં આણુ કે

આકૃતિ ૧૦૩.



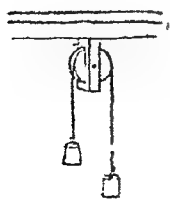
(ક) વજનને હરકોઈ ઉચ્ચાલકે કરીને
(અ) માર્ગમાં આધાર આપવાનો છે;
(આકૃતિ ૧૦૩), દોરડાને એક છેડે વજન બાંધીને તેનો બિંદો છેડો, (અ) ધાર ઉપરથી લઈ જઈને તે છેડે હાથની શક્તિની યોજના કિધાથી એ વાત બની શકશે. જે ધાર અથવા

ટેકા ઉપર દોરડાનો વ્યાપાર બનેછે, તે આગળ નિકળેલો કડકો જે લાકડાનો અથવા લોહોડાનો હોશે તો, એ ખુલ્લું છે કે ઉચ્ચાલકના જોરે કરીને દોરી ઉપર પુષ્કળ ધર્ષણ થશે અને તેથી તે દોરી જલદીથી ધસાઈ જશે: એ હરકત મિઠાડવામાટે કપ્પી બનાવેલી છે; તેની અંદર એક ગોળ પાકું હોયછે તથા તે પાકડાંની ધાર

ઉપર દોરડું આવી રહે એટલી પોહોળી અને હંડી ખાંચ પાડેલી હોયછે; અને તે પહાડાંની આરપાર એક મેખ મારીને તેને કપ્પીના ઘરસાથે જડી લીધેલી હોયછે તેથી તે પહાડું તેના મધ્યની આસપાસ ફરેછે. એ ખુલ્લું છે કે તે મેખ ઉપર કપ્પીના ફરવાથી દોરડાનું ઘર્ષણ થાયું-એક ઓછું થઈ જશે: વલી એ વાત નજરમાં રાખવાની છે કે કપ્પી એ સંજ્ઞા માહેના પહાડાંને તથા તેના ઘરને આપેલી છે, તથાપિ યંત્રનો યાંત્રિક ગુણ કાંઈ એ બે ઉપરથી નથી, તે તો માત્ર દોરડા ઉપરથી છે; કેમકે આપણે હમણાં એવું બતાવ્યું છે કે માહેનું પહાડું અને ઘર તો માત્ર ઘર્ષણ મિટાડવાસાર છે. કપ્પી બે જાતની છે:—એક અચર કપ્પી, પોતાના સ્થાન ઉપરથી ખસતી નથી. બિજી ચર કપ્પી, તે ઉચ્ચાઈની સાથે ઉપર નીચે ચઢે ઉતરેછે.

અચર કપ્પી વિશે.

જારે કપ્પી (૧૦૪ થી આકૃતિમાં) બતાવ્યા પ્રમાણે જ-
આકૃતિ ૧૦૪.

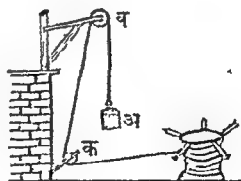


ડેલી હોયછે, તારે તેના ઉપર રહીને જ દોરડું જાયછે, તેને બેઉ છેડે બે બરોબર બોજ લટકાવ્યા તો તે અસ્પરસને સમતોલ રાખશે, કેમકે તે બે વજનમાંથી એકને ઘેરડું નીચે ખેંચીશું તેટલુંજ બિજું વજન તેટલા કાળમાં ઉચું ચઢશે, અને આખું દોરડું એક સરખું ખેંચાયામાં આવશે.

અને એ પ્રમાણે બંનેના વેગ પરોબર થાયછે વાસ્તે તેઓ એક બિજાને સમતોલ રાખરો. એ ઉપરથી એવું માલમ પડેછે કે અચર કપ્પીથી કાંઈ યાંત્રિક ફેળ પ્રાપ્ત થતું નથી; પરંતુ એ કપ્પીના યોગથી ઉચ્ચાલકનો વ્યાપાર જે માર્ગમાં બનેછે તે માર્ગ ફેરવી રાકાયછે, અને તેથી ઘણું સરળ પડેછે; કેમકે માણસ જાંઠાં ઉભો હશે તાંજાંથી ખસ્યાવિના કપ્પીની મદદથી બોજને ફેટલેક ઉંચેસુધી ચઢાવી શકશે; પણ જે કપ્પી કામમાં ન લે તો બોજે જેમ જેમ ઉંચો ચઢશે તેમ તેમ તેને પણ ઉંચે ચઢવું પડશે; વળી ફેટલાંએક માણસો સાથે એની મદદથી બોજને દોરડાંએ કરીને ખેંચી શકેછે. કોઈ વાર બે અચર કપ્પીઓ કામમાં લેવાની જરૂર પડેછે, અને ઉચ્ચાલકને સ્થાને ધોડાની શક્તિની અને ઘણી ખરી વાર ડવરની યોજના કીધામાં આવેછે. મનમાં આણુ કે એક ભારે (અ) બોજે ઉંચો ચઢાવવાનો છે;

(૧૦૫ મી આકૃતિ જો); એ ફે-કાણે (વ) અને (ક) બે કપ્પી-ઓને દોરડાનો એક છેડો તે બોજસાથે બાંધીને ઉપયોગમાં લીધેલિયો છે; અને તે દોરડાનો બિજો છેડો (વ) કપ્પી ઉપર-થી લઈ જમને પાછો નીચેની તરફ (ક) કપ્પીમાંથી પોરવી

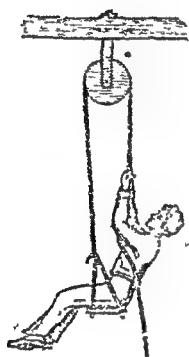
આકૃતિ ૧૦૫.



કાહાડીને જે ડવર ઉપર ઉચ્ચાલકની યોજના કીધી છે તેની સાથે બાંધેલો છે. અચર કપ્પીના યોગથી મા-

ણસ પોતાની મેળે ઉપર ચઢી શકે છે અથવા ફેટલાંએક ઉંડાણુસુધી નીચે ઉતરી શકે છે; જો ૧૦૬ ઠી આકૃતિમાં દેખાડ્યા પ્રમાણે તે ખુરશી ઉપર અથવા ટોપલામાં બેસે, અને જે દોરડું ઉપરની અચર કપ્પી ઉપર નાખેલું છે

અકૃતિ ૧૦૬.

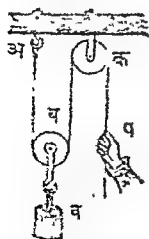


તેનો એક છેડો તે ખુરશીએ અથવા ટોપલે બાંધેલો હોય, તો તે માણસ પોતાની મેળે તે દોરડાનો બિજો છેડો નીચેની તરફ ખેંચવાથી તે દોરડાની લંબાઈના અર્ધ ખરોબર ઉંચે જઈ શકશે; અને એ જ પ્રમાણે દોરડાની લંબાઈના અર્ધ ખરોબર નીચે પણ ઉતરી શકશે: એ જ મૂળ તત્વના આધાર ઉપરથી કિલાની કાઠી ઉપર નિશાન ચઢે ઉતરે છે.

ચર કપ્પી વિશે.

પાસેનો ૧૦૭ મી આકૃતિમાં એક ચર કપ્પી દેખાડેલી છે, તે કપ્પીમાં જે દોરી પોરવેલી હોય છે તેને આધારે તે

આકૃતિ ૧૦૭.

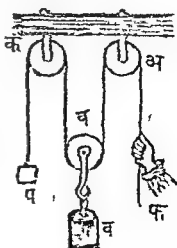


લટકે છે એટલેજ તેમાં અને અચર કપ્પીમાં ભેદ છે, અને તે કપ્પી ઉપરથી જ બોજ લટકાવેલો હોય છે. (અ) સ્થિર બિંદુએ એક દોરી બાંધીને તેને જે (વ) ચર કપ્પીએ (જ) બોજ લટકાવેલો

છે તેમાં પોરવેલી છે અને તાંહાંથી ઉપરની તરફ (ક) અચર કપ્પીમાં ભેરવીને બિજે છેડે (પ) આગળ ઉચ્ચાલકની યોજના કીધેલી છે. જારે (પ) ઉચ્ચાલકને નીચેની તરફ ખેંચીએ છીએ તારે એ સ્પષ્ટ છે કે તે દોરીના બંને (અવ) અને (વક) ભાગની લંબાઈ ટુંકી થશે, અને તેટલા માટે નીચેની કપ્પી અને ઉપરની ટોચ આગળનું લાકડું એ બંનેની વચ્ચેનું અંતર દોરડાના બંને ભાગ નેટલા ટુંકા થાયછે તેટલુંજ ટુંકું થશે, અને તે કપ્પી પણ તેટલીજ હંચી આવશે. વળી (વ) ઉચ્ચાલકને દોરડાના (અવ) અને (વક) ભાગનો આધાર મળેલો છે, તથા તે બંને ભાગ ઉપર ખરોખર તાણ થાયછે માટે તે ઉચ્ચાલકનો અર્ધો અર્ધ ભાર પ્રત્યેક ભાગ ઉપર પડશે. તેટલા માટે જો ઉચ્ચાલક ઉચ્ચાલકના અર્ધ ખરોખર હોશે તો એ યંત્રની મદદથી ઉચ્ચાલક ઉચ્ચાલકને ધારણ કરી રહેશે.

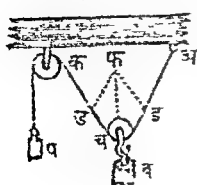
હવે ધાર કે દોરડાંને ૧૦૭ મી આકૃતિ પ્રમાણે (અ) સ્થિર બિંદુએ ન બાંધતાં લાંબું રાખેલું છે, અને ૧૦૮ મી આકૃતિ પ્રમાણે તેનો છેડો બિજા અચર કપ્પીમાં લાખીને (ક) સુધી આણેલો છે, માટે ઉચ્ચાલકના અર્ધ ખરોખર એક બળ (ક) આગળ લગાડ્યું તો તે (અક) દોરીને નીચેની તરફ ખેંચશે; એ નવું બળ ૧૦૭ મી આકૃતિમાં (અ) સ્થિર બિંદુ ઉપર ઉચ્ચાલકનો નેટલો ભાર પડેછે તેની ખરોખર થશે;

આકૃતિ ૧૦૮.



આધાત અને પ્રત્યાધાતના નિયમ પ્રમાણે સ્થિર જિંદૂ ઉપર જોડલા બળનો વ્યાપાર થાયછે તેટલો તેના ઉપર ભાર પડશે, અને એ ઢેકાણે ઉચ્ચાલ્યનો તેના અર્ધા બળથી વ્યાપાર થાયછે તેથી (અ) જિંદૂ પણ ઉચ્ચાલ્યના અર્ધ જોડલા બળથી તેને ખેંચી રાખશે. પણ (અ) અચર કપ્પી ઉપર (ફ) આગળથી જે નવા બળનો વ્યાપાર થાયછે તે ઉચ્ચાલ્યના અર્ધ બરોમર છે, તેથી તે (અ) ઉપર જોડલી તાણુ થાયછે તેની બરોબર થશે. એ ઉપરથી એવો નિશ્ચય કીધામાં આવેછે કે જે આ નવી કપ્પી કાઢાડી લીધી તોપણ ઉચ્ચાલ્ય, ઉચ્ચાલક અને તેઓની ઉપરનો સ્થિર જિંદૂ એઓના વ્યાપારથી (અવ) અને (ચક) દોરડાં બરોબર ખેંચારો; કેમકે ઉચ્ચાલ્ય પોતાના વજનના અર્ધ જોડલા બળે કરીને પ્રત્યેકને ખેંચે છે, અને ઉચ્ચાલક, તથા સ્થિર જિંદૂ એ એ ઉપર તે જોડલા બળથી તેઓને ખેંચેછે: તેટલામાટે બરોબર બળે કરીને ખેંચાયાથી તેઓ સમાન ખેંચારો. ઉચ્ચાલ્યના અર્ધ જોડલું યાંત્રિક કૃળ ચર કપ્પીએ કરીને પ્રાપ્ત થશે; એનો દાખલો, જે ૧૦૭ મી આકૃતિમાં (વ) ઉચ્ચાલ્ય ૧૨ શેરનું હશે તો, ૬ શેરને (અ) જિંદૂનો આધાર મળશે, અને બિન ૬ શેરને (પ) ઉચ્ચાલકનો મળશે.

આકૃતિ ૧૦૮.

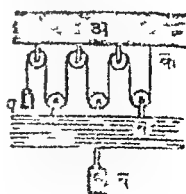


(અવ) અને (ચક) દોરડાં લંબરૂપ માર્ગમાં ટાંગેલાં છે તેને બદલે જે તેઓને ૧૦૮ મી આકૃતિ પ્રમાણે ત્રાંસાં રાખ્યાં તો, ઉચ્ચાલ્યને ધારણ કરવાસાર અર્ધા

ઉચ્ચાલ્ય કરતાં વધારે શક્તિ જોઈશું. એ ઢેકાણે ઉચ્ચાલ્યને આધાર આપવાસાથે કેટલી શક્તિ જોઈશે. તેનો નિશ્ચય બળના સંઘાત અને ભેદનના મૂળતત્વ ઉપરથી થશે: તેટલા માટે જોઈના ઝાંસનું ઉચ્ચાલ્ય હોય તેટલા ઇંચિની (વ) આગલથી લંબ માર્ગમાં લિટી દોર, અને ધાર કે તે લિટી (ફ) મુધી ગયેલી છે, પછી (ફ) થી (ફઢ) લિટી (અવ) સાથે સમાંતર, અને (ફઢ) લિટી (કવ) સાથે સમાંતર દોર; એટલે (ફવ) એ કરીને દેખાડેલા ઉચ્ચાલ્યનું માન (ઢવ) અને (વઢ) એ દેખાડેલા બંને બળોની બરોબર થશે. (ઢવ) લંબાઈના ઇંચનો આંક તે દોરડાના (વક) ભાગ ઉપર જે તાણુ થાયછે તેને બતાવશે; અને એજ રીતે (વઢ) લંબાઈનો ઇંચનો આંક (વઅ) ઉપર જે તાણુ થાયછે તેને બતાવશે. અને તે દોરડું (વ) ઉચ્ચાલ્યે કરીને બંને તરફ બરોબર તણાયલું છે માટે (વઢ) અને (વઢ) બરોબર થશે, અને (પ) ઉચ્ચાલક જે (પક) આગળના દોરડાને ખેંચેછે, તે પ્રત્યેક દોરડાં ઉપર જે તાણુ થાયછે તેની બરોબર થશે.

કપ્પિઓની યાંત્રિક શક્તિ તેઓના સમાહારે કરીને બેસુમાર વધારાયછે. તેઓનો સમાહાર બે જુદી જુદી રીતે થાયછે; તેમાં એકની અંદર ફક્ત એકજ દોરડું હોયછે, અને બિનમાં ઘણા દોરડાં

આકૃતિ ૧૧૦.



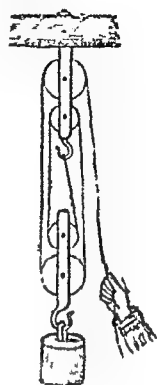
૧૬૮ એક દોરડાંવાલી કપિઓનો સમાહાર.

હોયછે. પાસેની ૧૧૦ મી આકૃતિમાં કેટલીએક અચર કપિઓ ઉપરથી એકજ દોરડું ગયલું છે. મનમાં આણુ કે ઉપરના (અ) અને નીચેના (વ) લાકડાસાથે ત્રણ ત્રણ કપિઓ જડેલિયો છે; અને ઉપરના (અ) અને નીચેના (વ) લાકડા ઉપરની કપિઓની માંહે દોરડાંને વારા ફરતી પોરવીને તેનો એક છેડો (ક) સ્થળે બાંધેલો છે. (પ) ઉચ્ચાલકને તે દોરડાને બિજે છેડે ઠાંગ; હવે જો (વ) ઉચ્ચાલ્યને નીચેના લાકડાંએ લટકાવિયે, અને દોરડાના બધા ભાગ સમાંતર હોય તો તે દોરડાના પ્રત્યેક ભાગ ઉપર ઉચ્ચાલ્યના જોરથી (પ) ઉચ્ચાલક જડેલું ઘા બાણ થશે. એ કેકાણે જ નીચેના લાકડાંએ ઉચ્ચાલ્ય લટકાવેલું છે તેની સાથે ત્રણ કપિઓ જડેલિયો છે માટે ઉચ્ચાલ્ય બરોબર ત્રણ ભાગે વેહેંચાયછે, તથા તેણે કરીને પ્રત્યેક કપ્પી ઉચ્ચાલ્યના ત્રિજા ભાગને ધારણ કરેછે એમ ધાર્યું તો ચાલશે; પણ વળી નીચેની પ્રત્યેક કપ્પીને જે જે દોરડાં છે માટે એ પ્રત્યેક કપ્પી ઉપર જે ક્રિયા થાયછે તેના ફરીથી જે જે ભાગ કરવા પડશે; તેટલા માટે એકેક દોરડું ઉચ્ચાલ્યનો ૧ ધારણ કરશે, અથવા એક રોર વ-જનનું (પ) ઉચ્ચાલક ૬ રોરના (વ) ઉચ્ચાલ્યને સમ-તોલ રાખશે.

૧૧૧ મી આકૃતિમાં ૪ દોરડાંથી ઉચ્ચાલ્યને આધાર મળેછે. તેટલામાંટે ઉચ્ચાલક કરતાં ઉચ્ચાલ્ય ચારગણું ભારે જોઈશે; કેમકે એ સ્પષ્ટ છે કે પાછળના ઉદાહરણ પ્રમાણે દોરડાનો એકેક ભાગ ઉચ્ચાલ્યના બરોબર ભા-ગને ધારણ કરી રહેછે. તેટલા માટે ઉચ્ચાલ્યના

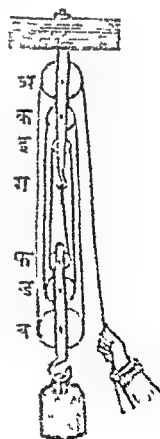
ચાર ભાગ થાયછે અને તે પ્રત્યેક ભાગને એક એક દોરડું ધારણ કરી રહેછે એમ ધારું તો ચાલશે. એ યંત્રમાં હેટલું યાંત્રિક ફલ ઉત્પન્ન થાયછે એનો હિસાબ કાઢાડવાસાર ચાર કપ્પીની સંખ્યાને ફક્ત બેએ વતી ગુણવી, પછી તે ગુણાકાર ઈછેલી ઉચ્ચાલક શક્તિ જાણવી. જે બે ચારકપ્પીઓ હશે તો બે, એ સંખ્યાને બેએ એટલે દોરડાની સંખ્યાએ ગુણી તો ગુણાકાર ચાર થશે; અને તેટલા માટે ઉચ્ચાલના $\frac{1}{4}$ બળ તેટલા ઉચ્ચાલકની યોજના કરવી પડશે; અને એજ પ્રમાણે વધારે કપ્પિઓને માટે પણ જાણવું.

આકૃતિ ૧૧૧.



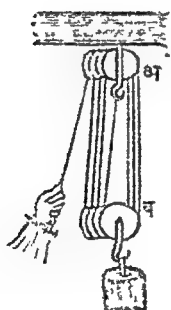
તેની માંહે એકજ દોરડું હોયછે એવી કપ્પીની રચના ૧૧૨ માં આકૃતિમાં ખતાવેલી છે. નીચેનો કપ્પો એક ડેકાણેથી બિજે ડેકાણે જઈ શકે એવો છે, અને તેની માંહે (વ), (ઙ), અને (ઞ), એવાં ત્રણ ચક્કો છે, અને તેની નીચેની તરફ ઉચ્ચાલ્ય લટકાવેલું છે. ઉપરનો કપ્પો અચળ છે અને એની માંહે (અ), (ક), અને (ઈ), એવાં ત્રણ ચક્કો છે, અને દોરડું (ગ) આંકડાએ બાંધીને ઉપરનાં અને હેઠળનાં ચક્કો ઉપર વારા ફરતી ભેરવીને

આકૃતિ ૧૧૨.



છેલ્લે ઉપરના ચક્ર ઉપર આણેલું છે, અને તેને છેડે ઉચ્ચાલક લટકાવેલું છે. નીચેના કપ્પા ઉપરથી દોરડાના જે ભાગ જાય છે તે બદલાઓને ઉચ્ચાલકને આધાર મળેલો છે, અને તે સર્વને ખેંચી રાખનાર બળ એકજ છે, માટે ઉચ્ચાલકની અસર તે સર્વને સમાન પોંદેચે. તેટલામાટે એ ખુલ્લું છે કે જે દોરડાંની નીચેના કપ્પાને ધારણ કરી રહે છે તેની સંખ્યા જેટલું ઉચ્ચાલક ઉચ્ચાલક કરતાં વધારે ભારે થશે. જો પાછળાં ઉદાહરણ પ્રમાણે છ દોરડાં હશે તો પ્રત્યેક દોરડું ઉચ્ચાલકના $\frac{1}{6}$ ને ધારણ કરશે.

આકૃતિ ૧૧૩.



આકૃતિ ૧૧૪.



વાહણોમાં સઢને અને ડોલને ઉપર ખેંચવાને અને નીચે ઉતારવાને જે જાતની કપિઓ સુખ્યત્વે કરીને કામમાં આવે છે તે ઉપરની ૧૧૩ તથા ૧૧૪ મી આકૃતિમાં દેખાડેલિયો છે, અને એના ઉપર પણ એક મૂળ તત્ત્વ

લાગુ પડે છે. વ્યવહારના કામમાં એ જાતની કપ્પી પાછળ દેખાડેલી કપ્પી કરતાં ઘણી સુતર પડે છે કેમકે તેની અંદર બંને કપ્પીની લંબાઈને લીધે જે આધાર બિંદુએ બહુ યંત્ર લટકે છે તેની નજીક ઉચ્ચાલ્ય આણ-તું નથી. આગળની ૧૧૩ મી આકૃતિમાં ૧૧૧ મી અને ૧૧૨ મી આકૃતિ પ્રમાણે એકની નીચે એક કપ્પિઓને ન રાખતાં તેઓને જોડાનેડ રાખેલિયો છે. ૧૧૪ મી આકૃતિમાં (વ) કપ્પામાં ત્રણ ચર કપ્પિઓ, અને (અ) કપ્પામાં ત્રણ અચર કપ્પિઓ ધાલેલિયો છે. જે ઉચ્ચાલ્ય ૩૦ મણનું હશે તો પૂર્વે બતાવ્યા પ્રમાણે તેનો ભાર છએ દોરડા ઉપર વેહેચારો, તેટલા માટે ઉચ્ચાલ્યને ધારણ કરવાને કૃત પાંચ મણની શક્તિ જોઈશે. એ જાતના કપ્પાની માંહેની ઘેરડી ઉપર દોરડાંઓનો વ્યાપાર ત્રાંસાં માર્ગમાં થાય છે તેથી અડચણ પોહોંચે છે, કેમકે તેણે કરીને તેનું ધર્પણ વધે છે તથા તેઓના આંસ ધસાય છે, અને જાંહાં જાંહાં શક્તિની યોજના ૧૦૯ મી આકૃતિ પ્રમાણે આડકતરા માર્ગમાં થાય છે તે સર્વ જગોયે જે માર્ગમાં તાણ થાય છે તે માર્ગ લંબથી જેટલો દૂર પડે છે તે પ્રમાણે શક્તિની હાની પોહોંચે છે. આ જાતની કપ્પિઓની યાંત્રિક શક્તિ ગણતી વખતે નીચેના કપ્પાનો ભાર હંમેશાં ઉચ્ચાલ્યનો ભાગ છે એમ જાણવું.

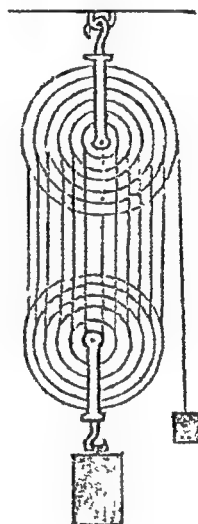
સ્મીટ્ન્ નામના એક પ્રખ્યાત પુરુષે એક જાતની કપ્પીનો રચના બનાવેલી છે; તેની અંદર પ્રત્યેક કપ્પામાં જે ઓળો મળીને એકની નીચે એક એવાં દસ દસ ચક્રો

બે સાડેલાં છે. માત્ર એકજ દોરડું ૧, ૨, ૩, ૪, ૬ ત્યાંદિ અંકોના અનુક્રમ પ્રમાણે બધી કપ્પિઓ ઉપર ફેરવી વાળેલું છે. (આકૃતિ ૧૧૫ મી). હવે દોરડાની તાણ બંધે

આકૃતિ ૧૧૫.



આકૃતિ ૧૧૬.

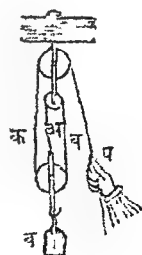


એક સરખી છે માટે પ્રત્યેક દોરડાનો વ્યાપાર ઉચ્ચાલ્ય ઉપર ઉચ્ચાલક નેટલા બળે ફરીને થાયછે. તેટલામાટે ૪૦૦ શેરના ઉચ્ચાલ્યને ૨૦ શેરનું ઉચ્ચાલક આધાર આપશે, કેમકે ચક્રની સંખ્યા ૧૦ છે અને પ્રત્યેક કપ્પી ઉપર બે બે દોરડાં છે તેથી $૧૦ \times ૨ = ૨૦$ થાયછે અને એને ફરીથી ઉચ્ચાલકે એટલે ૨૦ શે વતી ગુણ્યા તો ગુણાકાર ૪૦૦ થાયછે. ઉપર જે જાતની કપ્પીનું વર્ણન કીધું તેની માટે પ્રત્યેક કપ્પીને જુદા જુદા આંસ હોયછે;

અને પ્રત્યેક કૃષ્ણી પોતપોતાના આંસ ઉપર ફરેછે માટે ધર્પણ ઉત્પન્ન થયાવિના રહેરો નહોં. એ ખોડ મિટાડવાને વૈટ સાહેબે એક ડહાપણ ભરેલી યુક્તિ કાઢાડી છે, તેની અંદર પ્રત્યેક કૃષ્ણામાંની કૃષ્ણિઓ એકજ આંસ ઉપર ફરેછે. ૧૧૬ મી આકૃતિમાં તે કૃષ્ણની રચના બતાવેલી છે; તેમાં બે ગોળ કૃષ્ણાઓ છે, અને તેની માંહે એકની ઉપર એક કૃષ્ણિઓ બેસાડેલિયો છે, અને તે બધી ઘરેડિઓ એક સાધારણ આંસ ઉપર ફરેછે. એકજ દોરડું ઉપરના કૃષ્ણાની મોટી ઘરેડી ઉપરથી નિકળીને વારફરતી બધી ઘરેડી ઉપર જાયછે, અને છેલ્લે નીચેના કૃષ્ણના મધ્ય આગળ આવેછે, તાંહાં તેનો છેડો બાંધેલો હોયછે. એ કૃષ્ણી વિશે વધારે જાણવાની ઇચ્છા હોય તો શિષ્યનારાઓએ મરાઠી ભાષામાં જે શિલ્પ શાસ્ત્રનું ભાષાંતર થયું છે તેને ૧૭૦ મે પાને જોવું.

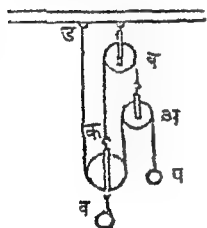
એક ચર કૃષ્ણીના યોગથી એકજ દોરડું એવી રીતે રાખ્યામાં આવેછે કે તેથકી ઉચ્ચાલકકરતાં ત્રણગણા ભારી ઉચ્ચાલ્યને આધાર આપાયછે. આકૃતિ ૧૧૭.

પાસેની ૧૧૭ મી આકૃતિમાં તે રચના દેખાડેલી છે; એ જગ્યાએ તે દોરડાના (અ), (વ), (ક) એવા ત્રણ ભાગના ભરેથી એક રોરડું (પ) ઉચ્ચાલક ત્રણ રોરના (વ) ઉચ્ચાલ્યને આધાર આપેછે. કેમકે (અ) (વ) (ક) એ



પ્રત્યેક દોરડાના ભાગઉપર (પ) વજનથી એકસરખી તાણુ થાયછે; અને તે બદ્ધાઓની તાણુ (વ) વજનને કરીને પ્રતિહત થયતી છે.

આકૃતિ ૧૧૮.



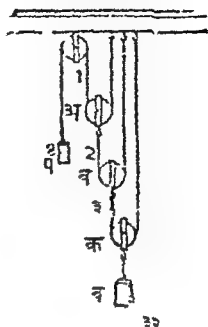
૧૧૮ માં આકૃતિમાં બતાવ્યા પ્રમાણે એક વજન પોતાથી ચોગણા અથવા પાંચગણા ભારે વજનને બે દોરડાં અને બે ચર કપ્પી લેને સ્પાનિશ બાર્ટેન્ કહેછે તેના યોગથી આધાર આપી શકેછે. બંને ચર કપ્પિઓના ધર,

(અવક) સલંગ દોરડું ને (વ)

અચર કપ્પીઉપર રહીને જાયછે તેની સાથે બાંધેલાં છે. (પ) ઉચ્ચાલકનો બ્યાપાર એક બિજું દોરડું ને પેહેલી કપ્પીની ઉપરથી અને ત્રિજીની નીચેથી જાયછે તથા (ક) ભારોટિયાસાથે બાંધેલું છે તેના ઉપર બનેછે. એ જગોએ (પઅ), (અક), અને (કક) દોરડાના પ્રત્યેક ભાગઉપર (પ) ઉચ્ચાલકનું ખરોખર દાખણુ થાયછે; અને (અવ) અને (વક) એ દોરી ઉપર (પ) ઉચ્ચાલકની ખમણાઈ ખરોખર દાખણુ થાયછે; અને (વ) ઉચ્ચાલક (કક), (કવ), અને (કઅ) એ ત્રણે દોરડાં ઉપરના દાખણુને પ્રતિહત કરેછે માટે તે (પ) કરતાં ચારગણું વધારે થશે.

ચર કપ્પિઓના સમુદાયને એક બિજાસાથે સંલગ્ન

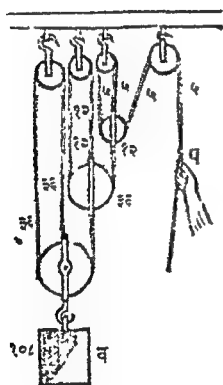
આકૃતિ - ૧૧૯.



કીધાથી ઇછાપ્રમાણે શક્તિ વધારી શકાયછે. ૧૧૯ મી આકૃતિમાં જો કપ્પિઓની રચના બતાવી છે તેમાં ત્રણ દોરડાં છે, અને તેની અંદર ઉચ્ચાલ્ય, ઉચ્ચાલક કરતાં આઠગણું ભારે છે. પહેલા દોરડાને છેડે ૪ શેરનું ઉચ્ચાલક લટકાવેલું છે: ૧ ની નિશાનીવાળું દોરડું, (અ) ચર કપ્પીમાંથી ગયેલું છે, તેથી એ સ્પષ્ટ છે કે આખું દોરડું ૮ શેરને ધારણ કરશે, કેમકે પ્રત્યેક દોરડાં ઉપર ચાર ચાર શેરનું દાખણ થાયછે. (૨) ની નિશાનીવાળું બિનું દોરડું (ક) ચર કપ્પીમાંથી આરપાર જઈને તેજ રીતે ૧૬ શેરને, અથવા અઢેક બાજુઉપર આઠ આઠ શેરને ધારણ કરેછે. (૩) ની નિશાનીવાળું છેલ્લું દોરડું (ક) ચર કપ્પીમાંથી આરપાર જાયછે તેથી આખું દોરડું ૩૨ શેરને અથવા પ્રત્યેક ભાગ સોળ સોળ શેરને ધારણ કરેછે. એપ્રમાણે (૫) આગળનું ૪ શેર વજન (ક) આગળના ૩૨ શેર વજનને આધાર આપશે. જો ત્રણ દોરડાં અને ત્રણ ચર કપ્પીને બદલે ચાર દોરડાં અને ચાર ચર કપ્પિઓ હશે તો (૫) આગળનું ચાર શેરનું વજન (ક) આગળ - ૬૪ શેરના વજનને ધારણ કરશે; અને એજ પ્રમાણમાં આગળ પણ યાંત્રિક શક્તિ વધતી જશે, કેમકે એ ખુલ્લું છે કે એવી જાતની કપ્પીની રચનાની અંદર એક એક દોરડું વધારી શકાય.

ર્થથી બમણું બમણું કાર્ય ઉત્પન્ન થાયછે. એ ચંત્રની શક્તિ ૧૨૦ મી આકૃતિ પ્રમાણે આંકડાને ઢેકાણે નાહાની અચર કપ્પિઓ રાખ્યાથી ઘણીજ વધારાયછે. એ ઢેકાણે દોરડાને આંકડાસાથે ન બાંધતાં અચર કપ્પીઉપર લાખીને ચર કપ્પીએ બાંધેલું હોયછે. પ્રત્યેક ચર કપ્પી-ઉપર બે બે દોરડાંની તાણુ ન થતાં ત્રણ ત્રણ દોરડાંની તાણુ થાયછે, અને એટલામાટે પેહેલા દોરડાઉપર જે તાણુ

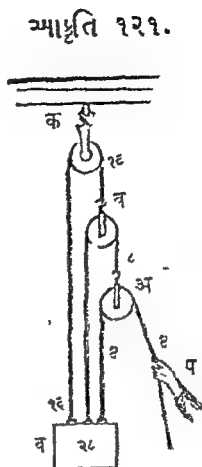
આકૃતિ ૧૨૦.



થાયછે તેના કરતાં ત્રણગણી બિ-જાઉપર થશે, અને એ ખુલ્લું-જ છે કે પેહેલાંની ઉપર ઉચ્ચા-લક જેટલી તાણુ થાયછે. ત્રિ-જાઉપર બિજાના કરતાં ત્રણગ-ણી અથવા પેહેલાના કરતાં ન-વગણી તાણુ થશે, અને સઘળે ઢેકાણે છેલ્લા દોરડાઉપર જે તાણુ થશે તેના કરતાં ઉચ્ચાલ્ય ત્રણ-ગણું વધારે થશે; માટે આ ઢે-કાણે ૪ રોરનું (૫) ઉચ્ચાલક ૧૦૮ રોરના ઉચ્ચાલ્યને ધારણુ કરશે.

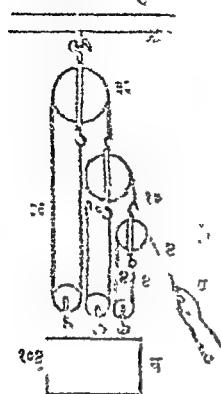
આગળની ૧૨૧ મી આકૃતિમાં એક જાતની કપ્પીની રચના દેખાડેલી છે; તેની અંદર પ્રત્યેક દોરડાને ૧૨૦ મી આકૃતિ પ્રમાણે એક છેડેથી સ્થિર બિંદુએ ન બાંધતાં ઉચ્ચાલ્ય સાથે બાંધેલું છે. (અ) અને (વ) બે ચર

કપ્પિઓ છે અને (ક) અચ-
ર કપ્પી છે; (ક) અચર કપ્પી
ઉપર દોરકું લાખીને તેનો એક
છેડો (વ) ઉચ્ચાલ્ય ને લોહોડા-
ની દાંડીને આધારે રહેછે તેની
સાથે અને બિન્ને છેડો (વ) અર
કપ્પીને આંકડે બાંધેલો છે, તથા
એ (વ) અર કપ્પીઉપર ને બિ-
નું દોરકું લાખેલું છે તેનો પણ
એક છેડો એજ રીતે તે લોહો-
ડાની દાંડીસાથે બાંધેલો છે, અને
બિન્ને ત્રિજી (અ) કપ્પીએ બાં-
ધેલો છે. એ ઢેકાણે ઉચ્ચાલ્યને ત્રણ દોરડાંનો આ-
ધાર મળેછે તેમાં એકના ઉપર ઉચ્ચાલક નેટલા બળ-
થી તાણુ થાયછે, બિન્નઉપર ઉચ્ચાલકથી બમણી
તાણુ થાયછે, અને ત્રિજીઉપર ઉચ્ચાલકથી ત્રણગણી
તાણુ થાયછે; તેટલામાટે એ ઢેકાણે ઉચ્ચાલક કરતાં
'ઉચ્ચાલ્ય' સાતગણું વધારે થાયછે ધ્યાને ૪ શેરનું
(પ) ઉચ્ચાલક ૨૮ શેરના (વ) ઉચ્ચાલ્યને ધાર-
ણ કરશે.



ને લોહોડાના ગજાઆને આધારે ઉચ્ચાલ્ય રહેછે તે-
ની સાથે ૧૨૧ મી આકૃતિ પ્રમાણે દોરડાં ન બાંધતાં,
જો તેમને પાસેની ૧૨૨ મી આકૃતિ પ્રમાણે ચક્ષોમાંથી

આકૃતિ ૧૨૨.



લઈ જાયે અને આખરે ઉપરની કચ્છી સાથે બાંધાયે તો, એ રચનાથી ઉપર કરતાં વધારે યાંત્રિક શક્તિ ઉત્પન્ન થશે. હમણાના ઉદાહરણમાં ૪ શેરનું (૫) ઉચ્ચાલક, ૧૦૪ શેરના (૬) ઉચ્ચાલકને એટલે ઉચ્ચાલક કરતાં ૨૬ ગણા બોજને ધારણ કરશે.

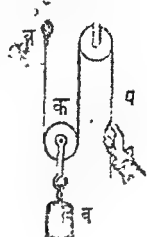
કપિઓના આ નાના પ્રકારના સમાહારનો વિચાર કીધો તેમાં આપણે તેમનો ભાર હિસાબમાં લીધો નથી, તોપણ એ

નજરમાં રાખવું અવશ્ય છે કે પાછળના બે છેલ્લાં ઉદાહરણમાં, (આકૃતિ ૧૨૧ અને ૧૨૨ મી), ઉચ્ચાલકને ઉચ્ચાલકને આધાર આપવામાં કપિઓના વજનથી મદદ મળે છે; અને ૧૧૯ મી અને ૧૨૦ મી આકૃતિમાં કપિઓના વજનોનો વ્યાપાર ઉચ્ચાલકથી વિરુદ્ધ થાય છે. પણ કપિઓની જે રચનાને ઇંગ્લેન્ડમાં સ્પાનિશ બાર્ટન કહે છે તેમાં તેમના વજનોનો વિરુદ્ધ વ્યાપાર, થોડો ઘણો એક બિજાથી નષ્ટ થાય છે.

સર્વ દેશોએ માલમ પડશે કે ઉચ્ચાલન અને બિજાં યત્રોની પેહેલ. કચ્છીની યાંત્રિક શક્તિ પણ ગુણદ્વેગના બિજાંને અનુસરીને છે. ધાર કે દોરડાનો એક છેડો

(વ) આંકડે બાંધેલો છે, (આકૃતિ ૧૨૩); હવે જો (ક) અર કપ્પી જોને આધારે (વ) ઉચ્ચાલ્ય લટકે છે તેની અંદર દોરડું પોરવીને તેને (પ) છેડે ઉચ્ચાલકની ચોજના કીધી તો, એ ઉધાડું છે કે (વ) ઉચ્ચાલ્યને એક કુટુંબે ખેંચવામાર પ્રત્યેક દોરડાં જે ઉ-

આકૃતિ ૧૨૩.



ચ્ચાલ્ય તથા કપ્પીને ધારણ કરે છે

તેને એક એક કુટુંબ દુકાં કરવાં પડશે—એટલે, ઉચ્ચાલ્ય એક કુટુંબે ખેંચવાનું હશે તો ઉચ્ચાલકને બે કુટુંબ ગમન કરવું પડશે, અને તેટલામાટે જ ઉચ્ચાલકનો વેગ ઉચ્ચાલ્યના વેગ કરતાં બમણો થાય છે. એ જ રીતે એ પણ સિદ્ધ થશે કે ૧૧૭ માં આકૃતિમાં, જ્યાં કે ૧ રોરનું ઉચ્ચાલક ૩ રોરના ઉચ્ચાલ્યને આધાર આપે છે તે જગ્યાએ, જો ઉચ્ચાલક ત્રણ કુટુંબ નીચે ઉતરશે તો જે દોરડું ઉચ્ચાલ્યને આધાર આપનાર કપ્પી સાથે બાંધેલું છે તે પણ ત્રણ કુટુંબ થશે, અને તેટલામાટે તેના પ્રત્યેક ભાગ એક એક કુટુંબ થશે. એટલાં જ ઉચ્ચાલકનો વેગ ઉચ્ચાલ્યના વેગ કરતાં ત્રણગણો છે. ઉપર કહેલી સઘલી જાતની કપ્પિઓની રચનામાં એ જ મૂળ તત્ત્વ લાગુ પડશે; અથવા બિજી રીતે કહીએ તો, જો હરકોઈ જાતની કપ્પીની રચનામાં ઉચ્ચાલક અને ઉચ્ચાલ્ય એક બિજાને સમતોલ રાખે છે, તો જે પ્રદેશમાં ઉચ્ચાલક ગમન કરે છે તેને ઉચ્ચાલકે ગુણ્યો તો તે ગુણકાર, જે પ્રદેશમાં ઉચ્ચાલ્ય ગમન કરે છે તેને ઉચ્ચાલ્યે

વતી ગુણિયે તેની ખરોખર થશે. પણ એ હિસાબકરતાં
 ઘણુંજ ઓછું યાંત્રિક કૃણ અનુભવ વખત માલમ પડેછે,
 કેમકે જે આંસહિપર કપ્પી ફરેછે તેના અને દોરડાંના ધ-
 ર્પણને લીધે ઘણું એક જુઝ્જાન પોહાયેછે. ધણેએક કે-
 કાણે એવું માલમ પડેલું છે કે શક્તિના કે કરતાં કાંઈ
 ઓછું જુઝ્જાન થતું નથી. પરંતુ હરકોઈ જાતની ક-
 પ્પીની રચનામાં ગાર્નેટ સાહેબે જે એક સાદી સુક્તિ કાઢા-
 ડી છે, જેને ધર્પણલાટ કહેછે, તેને કામમાં આણ્યાથી
 ધર્પણ ઘણુંજ ઓછું થાયછે.

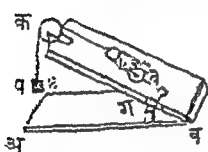
ભાગ દશમો.

ઢોળાવ.

એ યાંત્રિક શક્તિ સઘળા કરતાં સેહેલી છે. એની સફાઈ દખાય નહીં એવી પૂર્ણ કક્ષણ માનેલી છે, અને તે ક્ષિતિજ સાથે ખુણો કરેછે; વળી એ સફાઈ ક્ષિતિજ-થકી જરી જરી હંચી થતી થતી લગભગ લંબરૂપ થાયછે તે પ્રમાણે એ ખુણો મોટો થાયછે. જરે કિનારા ઉપરથી વાહાણમાં કાંઈ ભારે માલ નાખવાનો હોયછે તારે ઢોળાવનો ઉપયોગ કીધામાં આવેછે; આ ઠેકાણે લાકડાની પાટલી એ ઢોળાવ છે, અને તેનો એક છેડો વાહાણ ઉપર રેહેછે અને બિજો છેડો જમીન ઉપર રેહેછે. પછી તે માલને પાટલી ઉપર મેલીને ગળડાવેછે, અને પછી વાહાણમાં નાખેછે. એ ખુણુંજ છે કે પાટલી જેમ ટુંકી હોયછે તેમ ઢોળ વધારે હોયછે, અને તે જેમ લાંબી હોયછે તે પ્રમાણે ઢોળ ઓછો હોયછે. આ વાત સઘળાઓને માલમજ છે કે જે ડુંગર ધણો ઢોળાવ પડતો હોયછે તેના કરતાં જે ધીમ ધીમ હંચો થતો જાયછે તેના ઉપર હરકાંઈ જનસ ગળડાવવાને સેહેલ પડેછે. મનમાં આણુ કે ૫૦૦ શેરની એક રૂની ગાંસડી ખતેલામાં નાખવાની છે; હવે જો કોઈ યંત્ર કામમાં ન લીધું તો તેને તેમાં નાખવાને ૫૦૦ શેર જે-

ટલી શક્તિ જોઈશે; પણ જો પાટલી મુકીને તેના ઉપરથી ગાંસડી ગમ્મડાવી તો ૫૦૦ શેર કરતાં ઓછી શક્તિ જોઈશે; અને સર્વ ઠેકાણે ઢોળાવનો ખુણો જેમ જેમ ઓછો હશે તેમ તેમ ઓછી શક્તિ જોઈશે. અને બિન યાંત્રિક કળની પેઠે આ કળ પણ કાળની હાની પોહોંતાથી પ્રાપ્ત થાયછે. ઢોળાવની હંચાઈ કરતાં ઢોળાવ જોડા ગણો વધારે હોયછે તેટલો આ યાંત્રિક શક્તીથી નફો થાયછે. મનમાં આણુ કે પાસેની ૧૨૪ મી આકૃતિમાં (અવ) એક સમાન સફાઈ છે, અને (વક)

આકૃતિ ૧૨૪.



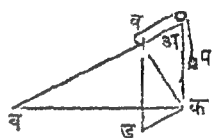
એક બિંબ સફાઈ તેની ઉપર નમતી છે; ધાર કે (વક) સફાઈ (અવ) ની સાથે (અવક) ખુણો કરેછે, તથા તેની ઉપર (વ) બાર મુકેલો છે. હવે જો ઢોળાવ હંચાઈ કરતાં

ખમણો, એટલે (વક) જો (અ) થી તે (ક) મુખીની લંબાઈ કરતાં ખમણો હશે તો, (પ) આગળ ચાર શેરનો બોજ (વક) ઉપર ગમે તે ઠેકાણે આઠ શેરનો બોજ મુક્યો. તો તેને ધારણુ કરશે. એ ઉપરથી સાફ માલમ પડી આવશે કે ઢોળાવની હંચાઈ જેમ જેમ ઓછી હશે તેમ તેમ બોજને ધારણુ કરવાને ઓછી શક્તિ જોઈશે. એજ આકૃતિમાં એવું ધારણુ છે કે (વ) આગળ મિલનગરું છે તેથી (વક) સફાઈ નીચે ઉપર થઈ શકેછે; મોટે (અવક) ખુણો મોટો અથવા નાહાનો કરવાનો હશે તો તે (વક) સફાઈને ઉપર અથવા

નીચે લીધાથી થશે; અને તે ખુણાનું માન (ગ) સમાન ભાગ કીધેલો કોસ છે. તે ઉપરથી માલમ પડશે.

ખળના સંઘાત અને ભેદનના મૂળ તત્વ ઉપરથી ઢોળાવની યાંત્રિક શક્તિ ધણી જલદીથી માલમ પડશે. પાસેની ૧૨૫ માં આકૃતિમાં ધાર કે (પ) શક્તીનો વ્યાપાર (વઅ) માર્ગ ને (અવ) ઢોળાવ સાથે સમાંતર છે તેમાં થાયછે, અને તેણે કરીને (વ) વજનને આધાર મળેછે; (અવ) ઉપર (કવ) લંબ કર, અને (વહ) ને (અક) સાથે અને (કહ) ને

આકૃતિ ૧૨૫.



(અવ) ઢોળાવ સાથે સમાંતર દોર. હવે (પ) શક્તિ, (વ) વજનનું ગુરુત્વ, અને ઢોળાવનો પ્રતિરોધ, એ ત્રણુનો વ્યાપારથી (વ) વજન સમતોલમાં રહેછે, તે મધ્યે (પ) નો વ્યાપાર (અવ) માર્ગમાં થાયછે, (વ) વજનના ગુરુત્વનો વ્યાપાર (વહ) ઉર્ધ્વાધર માર્ગમાં થાયછે, અને ઢોળાવના પ્રતિરોધનો વ્યાપાર (કવ) લિટી ને (અવ) ઉપર લંબ છે તેના માર્ગમાં થાયછે. ખળના સમાંતર ખાણુ ચોખ્ખુણુ વિશે ને પાછળ સિદ્ધ કીધું છે તે ઉપરથી ખુણું નજર આવશે, કે જે હરકોઈ ત્રણુ ખળોના વ્યાપાર કોઈ પદાર્થ ઉપર કયા પણ એક ત્રિકોણની ત્રણુ ખાણુ સાથે સમાંતર માર્ગમાં થાય અને તેને સમતોલ રાખે, તો તે ખળો તે ત્રિકોણની ખાણુ સાથે પ્રમાણમાં થશે તેટલામાટે (વઅ): (વહ) અથવા (અક)::

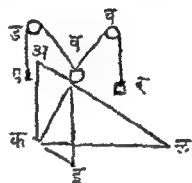
(પ) : (વ) ; પણ (વઅ) : (અક) : : (અક) : (અવ) :
તેટલામાટે જો ઢોળાવની લંબાઈ ૨૦ ફુટ હશે અને
હંઆઈ એક ફુટ હશે તો એક રોરની શક્તિ ૨૦ રોર-
ના વજનને ધારણ કરશે.

જોરે એવું કહિયે છેયે કે શક્તિ વજનને ધારણ કરેછે
તે કેકાણે એમ ન સમજવું કે બધા વજનનું દાખણ
શક્તીને પોહોંચેછે, માત્ર શક્તીના જોરથી તો તે ઢોળાવ
ઉપરથી ગખડતો અટકેછે. આખું વજન, શક્તિ અને
ઢોળાવ એ બે મળીને ધારણ થાયછે; અને જોટલા વ-
જનને ઢોળાવ ધારણ કરેછે તેટલી ઓછી શક્તિ જો-
ઈએ છેયે. જેમ જેમ ઢોળાવનો ખુણો ઓછો હોયછે
તેમ તેમ વજનનો ઓછો ભાર શક્તીની ઉપર અને
વધારે ઢોળાવ ઉપર પડેછે; અને ખુણો વધારે થવાથી
વધારે ભાર શક્તિ ઉપર અને ઓછો ઢોળાવ ઉપર
પડેછે.

જોરે પદાર્થ ઢોળાવ ઉપરથી ગખડેછે તારે ધર્પણ તથા
તેનું ગુરૂત્વ એ બેનો પ્રતિબંધ નડેછે; ગુરૂત્વના જોરથી
તે પદાર્થમાં નીચામાં નીચે ગખડવાની પ્રવૃત્તી ઉત્પન્ન
થાયછે, અને ઢોળાવના જોરથી તેના પૃથ્વી તરફ સિધા
ગખડવાને દરકત પોહોંચેછે. ગુરૂત્વનો વિચાર કરતી વે-
ળાએ એ આપણે દેખાડેલું છે કે જોરે પદાર્થ પોતાના
ગુરૂત્વના જોરથી પડેછે, તારે તે પેહલા સેકંદમાં ૧૬ ફે
ફુટ નીચે ઉતરેછે; પણ જો તેને ઢોળાવ ઉપરથી ગખ-
ડાવો તો ૧૬ ફે ફુટમાં જોટલો ઢાલ ઉંડો હશે, તેટલો
તે ગખડશે: માટે જો ૧૬ ફે ફુટમાં ઢોળાવ ૩ ફુટ ઉંડો

હશે તો તે પેહેલા સેકંદમાં ૩ ફુટ ગળડશે, અને એ પ્રમાણે આગળ પણ.

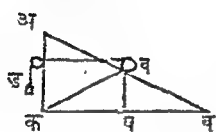
જો રાક્ષીનો વ્યાપાર હોળાવસાથે સમાંતર માર્ગમાં ન થતાં ૧૨૬ મી આકૃતિમાં બતાવ્યા પ્રમાણે (વડ) ત્રાંસા માર્ગમાં થાય તોપણ ૧૨૫ આકૃતિ ૧૨૬. મી આકૃતિની પેઠે (વક) ને (અલ) હોળાવઉપર લંબ કીધાથી, તથા (વઙ) ને ક્ષિતિજ રેખાઉપર લંબ કીધાથી, અને (ફક) ને (વડ) સાથે સમાંતર દોર્યાથી, રાક્ષિ અને વળનનું પ્રમાણ માલમ પડશે.



કેમકે (વડ) અને (વઙ) લિટીથી જો બળો બતાવેલાં છે, તેઓ અનુક્રમે (પ) અને (વ) બળોના પ્રમાણમાં છે, અને (વક) લિટી હોળાવ ઉપર જો દાખલ થાય છે તેને દેખાડે છે, તે બળના સંઘાતના નિયમ પ્રમાણે તે એ બળની બરોબર છે. એવું ધારિયે કે આ રાક્ષીને દૂર કીધી, અને બિજાની (વવ) માર્ગમાં યોજના કીધી, અને (વ) વળન સ્થિર છે એવું માન્યું તો (ર) એ કરીને જો રાક્ષિ બતાવેલી છે તે હોળાવની પ્રતિક્રિયા બતાવશે. એ દેખાણે (વ) વળન ત્રણ બળના બેરથી સ્થિર રહે છે, તેમજ એક વળનના ગુસ્તવનું બળ, તેનો વ્યાપાર (વઙ) ઉપર માર્ગમાં થાય છે; બિજું બળ (પ) રાક્ષિ, તેનો વ્યાપાર (વડ) માર્ગમાં થાય છે; અને ત્રિજું હોળાવની (ર) પ્રતિક્રિયા, એનો વ્યાપાર હોળાવ ઉપર જો (વવ) લંબ છે તેના માર્ગમાં થાય છે. જો રા-

સ્ત્રીનો વ્યાપાર ક્ષિતિજ માર્ગમાં અથવા પાયાસાથે સ-
માંતર થાય, તો ઉંચાઈ જેમ પાયાને હરો, તેમ શક્તિ
વજનને થરો. નીચેની ૧૨૭ મી આકૃતિમાં ધાર કે

આકૃતિ ૧૨૭.



(વ) વજન છે, તથા (ક) શક્તિ

છે, અને તેનો વ્યાપાર (વક) જે

પાયાસાથે સમાંતર છે તેના માં-

ર્ગમાં થાયછે; પાછળના ઉદાહરણ

પ્રમાણેજ શક્તિ અને વજનનું

પ્રમાણ નિકળરો, અને તે ઉપરથી એ માલમ પડરો

કે (વક) જેમ (વપ) ને અથવા (અક) જેમ (વક)

ને, એટલે ઢોળાવની ઉંચાઈ જેમ તેના પાયાને, તેમ

શક્તિ વજનને થરો. એ ઉપરના દાખલાઓથી જલદી

માલમ પડરો કે, જરે શક્તિ ૧૨૫ મી આકૃતિપ્રમાણે ઢો-

ળાવસાથે સમાંતર હોયછે, તારે તેથકી ઘણું કૂળ ઉત્પન્ન

થાયછે; કેમકે જે ૧૨૬ મી આકૃતિમાં બતાવ્યા પ્રમા-

ણે તેનો વ્યાપાર ત્રાંસા માર્ગમાં થાય તો, એ ખુલ્લું છે

કે શક્તીનો થોડોએક ભાગ વજનને ઢોળાવઉપરથી ઉં-

ચું કરવામાં જાયછે; અને જે ૧૨૭ મી આકૃતિપ્રમાણે

તેનો વ્યાપાર ઢોળાવની નીચે રહીને પાયાસાથે સમાંતર

માર્ગમાં થાય તો તેનો થોડોએક ભાગ વજનને ઢોળા-

વઉપર દાખી રાખવામાં જાયછે; પણ જરે તેનો વ્યાપાર

ઢોળાવસાથે સમાંતર માર્ગમાં થાયછે; તારે તેનું આખું

બળ વજનને ઢોળાવની ઉપરની તરફ ખેંચવાના કામમાં

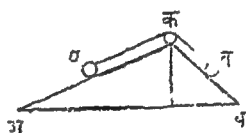
આવેછે; પણ ઉપર કહેલી બે રીતે જરે શક્તીનો વ્યા-

પાર થાયછે, તારે કાંઈ એ પ્રમાણે બનતું નથી, તે વે-

ળાએ તો માત્ર તેના થોડા ભાગથી વજન ઉપર ખેંચાયછે.

કોઈ વેળાએ એક ઢોળાવઉપર જે વજન હોયછે તેને બિજા ઢોળાવઉપરના વજનથી આધાર મળેછે; એ કે-કાણે તે બે વજનો અરસ્પરસને થશે, જેવી તેઓના ઢોળાવની લંબાઈ ૧૨૮ મી આકૃતિમાં બે ઢોળાવ દેખાડેલા છે; તેની અંદર બેઉની ઉંચાઈ બરોબર છે, પણ ખુણા સમાન નથી. (વ)

આકૃતિ ૧૨૮.



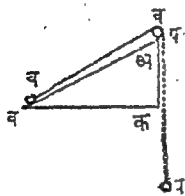
અને (પ) બે વજનો બેઉ ઢોળાવઉપર રહેછે, અને (ઋ) ઘરેડીમાં રહીને જે દોરો જાયછે તેના બે છેડા બંને વજનોસાથે ખાંધેલા છે. હવે જો

મોટા ઢોળાવની લંબાઈ (અ) થી તે (ક) સુધી બે કુટ હરો, અને નાહાનાની (વ) થી તે (ક) સુધીની એક કુટ હરો, તો ઢુંકા ઢોળાવઉપર ૪ રોરનું વજન મુક્યું તો તે લાંબા ઉપરના ૮ રોરને સમતોલ રાખશે. દેશ સંબંધી મોટા મોટા કામમાં જ્યાં જ્યાં ઘણા ઘણા ઢાળના રેલ-રોડ એટલે લોહોડાના રસ્તા બનાવેલા છે તે ઢુંકાણે ભારી બોજને બે પાસે પાસેના ઢોળાવઉપરથી ઉતારેછે. એક ભારે ભરેલું ગાડું એક ઢોળાવઉપરથી ઉતારેછે, અને તેના જોરથી બિજા ઢોળાવઉપરથી ખાલી અથવા હલકા ભારનું ગાડું ઉપર આવેછે.

ગુણદ્વેગના ખીજનો નિયમ મેહલથી ઢોળાવને લગાડતાં આવડશે. નીચેના દાખલા ઉપરથી માલમ પડશે

કે જો એ બળ ઢોળાવઉપર અરસ્પરમને સમતોલ રાખે છે તેમને જો ગતિમંદ ક્રીધાં, તો શક્તિ અને તે જો-લો પ્રદેશ ગમન કરેછે તેનો ગુણાકાર, વજન અને તે ઉર્ધ્વાધર માર્ગમાં જોઈતું ઉંચું આવેછે તેનો ગુણાકાર

આકૃતિ ૧૨૯.



બરોબર થશે. મનમાં આણું કે ૧૨૯

મી આકૃતિમાં (અ) ઢોળાવ છે,

અને (વ) વજન તેને (વ) તળીએ

મુકેલું છે, અને (પ) શક્તિ તેને

મથાળે છે. હવે જો વજનને તે

ઢોળાવને મથાળે આવે તાંહાંમુધી ઉ-

પર તાણ્યું તો (વ), ઢોળાવની ઉં-

ચાઈ જોઈતું ઉપર આવશે; પણ (પ) શક્તિ તો ઘેરડી-

માંથી જોઈતું આ ઢોરડું નિકળશે તેટલી નીચે ઉતરશે; એ

ઉદાહરણ છે કે ઢોળાવની લંબાઈ જોઈતું ઢોરડું ઘેરડીમાંથી

નિકળશે. તેટલામાટે (પ) શક્તિને તે જોઈતું ગમન

કરેછે તેણે ગુણી તો, તે ગુણાકાર (વ) ને તે ઉર્ધ્વાધર

માર્ગમાં જોઈતો ઉપર આવેછે તેણે ગુણિયે તેની બરોબર

થશે. ઉદાહરણ; જો ઢોળાવની ઉંચાઈ એક ફુટ હશે,

અને તેની લંબાઈ ૫૦ ફુટ હશે, તથા (વ) વજન ૫૦

શેરનું અને (પ) એક શેરનું, તો (પ) ૫૦ ફુટ ઉતરશે

તેટલી વખતમાં (વ) વજન માત્ર એક ફુટ ઉંચે આવશે.

તેટલામાટે બિજી યાંત્રિક શક્તિની પેઠે ઢોળાવમાં પણ

જોઈતું યાંત્રિક કૃણ ઉત્પન્ન થાયછે, તેટલી વેગની હા-

ની પાઈએછે.

રસ્તાનો ઢાળ, અમુક લંબાઈએ તે જોઈતો જોઈતો

હંચો થતો જાયછે તેઉપરથી ગણાયછે. જારે ૨૦ કુટ-
ની લંબાઈએ રસ્તો એક એક કુટ હંચો થાયછે, તારે
૨૦ કુટે એક કુટનો ઢાળ છે એમ કહેવાયછે. ૧૩૦
મી. આકૃતિમાં જે ઘાટ ઉપર ઘોડો ભાર ખેંચી લઈ
જાયછે તેનો

આકૃતિ ૧૩૦.

ઢાળ ૨૦ કુ-
ટે એક કુ-
ટનો છે તે-
થી કરીને
ખોજના ફે



જેટલુંજ તેને ખેંચવાને ઘોડાને જારે કરવું પડેછે; કારણ
કે જારે ગાડું ૨૦ કુટ ખસેછે તારે વજન માત્ર એક
કુટ હંચું આવેછે.

જો કોઈ ઢોળાવની હંચાઈ ૬૪ કુટ હશે, અને તેની
લંબાઈ તેથી ત્રણગણી ઈઆને ૧૯૨ કુટ હશે, તો ૬
સેકંદમાં એક ગોજો તેના મથાળાથી ગખડીને નીચે
આવશે. ગુરૂત્વાકર્ષણના જોરથી તે એ સેકંદમાં નીચો
આવશે કારણ કે એનો વર્ગ જે ચાર તેને જો શોજો
ગુણ્યા તો ગુણાકાર હંચાઈની ખરોખર એટલે ૬૪ થા-
યછે. પણ હંચાઈ કરતાં ઢોળાવ ત્રણગણો મોટો છે
માટે તેને તેના ઉપરથી ગખડવાને તેથી ત્રમણાં એટલે
૬ સેકંદ લાગશે.*

* ઉપરના ઉદાહરણમાં ઢોળાવ ઉપરથી પદાર્થના ગ-
ખડવાથી જે કાર્ય ઉત્પન્ન થાયછે તેનો વિચાર કીધો ન-

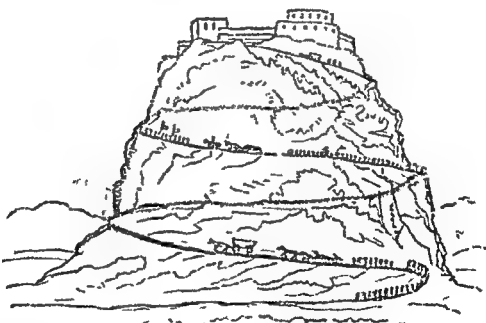
તેટલામાટે હરેક ઢેકાણે એક સેદેલ ત્રેશરિકનો હિસાબ ગણ્યાથી ઢોળાવની યાંત્રિક શક્તિ માલમ પડરો; ઉદાહરણુ જ્ઞેનો ઢાળ ૧૫ ફુટે ૬ ફુટ હોય એવા ઢોળાવ ઉપર ૩૭૫ શેરના વજનને સમતોલ રાખવાને કેટલું બળ જોઈશે એ જાણવાની ઇચ્છા હશે, તો નીચે પ્રમાણે પ્રમાણુ મુજબાથી તે માલમ પડરો : એટલે ૧૫ : ૬ :: ૩૭૫ : શક્તિને થરો : માટે એથું પ્રમાણુ જ ૧૫૦ તે ઇચ્છેલું બળ જાણવું. હવે જ્ઞે એ ઉપરનું ૧૫૦ બેરનું બળ તેવાજ ઢોળાવ ઉપર કેટલા શેરના વજનને ધારણુ કરશે તે જાણવાની ઇચ્છા હોય, તો એથી ઉલટું પ્રમાણુ માંડું; એટલે, ૬ : ૧૫ :: ૧૫૦ : ઇચ્છેલા વજનને; એટલે, ૩૭૫ શેરને થરો. અને સધલાં સરૂપ ત્રિકોણુમાં એકજ જાતનું પ્રમાણુ કાયમ રહેછે, માટે ઢોળાવની યાંત્રિક શક્તીનો નિશ્ચય કરવાને તેનો ગમે તેટલો ભાગ લીધો તો ચાલશે, માત્ર એટલુંજ તપાસવું કે તે ભાગ સમાન સફાઈનો હોય. કેમકે ૧૨૭ મી આદૃતિમાં (અક) લિટીની લંબાઈ (અબ) કરતાં અર્ધી છે તેજ પ્રમાણુ (વપ) ની લંબાઈ પણ (વઘ) કરતાં અર્ધી થશે. માટે ઢોળાવની યાંત્રિક શક્તિ શોધી કાઢાડવાને તેનો

થી. જ્ઞે પદાર્થ ગબડતો હોય તે મિલિંડર અથવા ગોટિલો હોયછે તે પ્રમાણુ તેના નીચે આવવામાં અંતર પડેછે, પછી તે પદાર્થ નકર કિંવા ખોલો હોય; પણ એ વિષય ઘણો કઠણ છે માટે આ તત્વબોધક ગ્રંથમાં તેનો વિચાર કીધો નથી.

ગમે તેવો ભાગ લીધો તો ચાલશે, માત્ર એટલું જ કે તે ભાગનો એક છેડો બિજા છેડા કરતાં ફેરવો ઉંચો છે એનો નિશ્ચય કરવો પડશે; અને હર કોઈ ડુંગરનો એક ભાગ બિજા ભાગ કરતાં ફેરવો ઉંચો છે તેનો નિશ્ચય કરવો હશે તો માપણીના યંત્રથી ઘણો સહેલથી થશે.

બિજાં યંત્રોવતી ભારી વજનને ઉંચે ચઢાવવાને ઘણેક પ્રસંગે અચળ ઢોળાવ કામમાં આવેછે. અસહના વારામાં જે મોટી મોટી ધમારતો બંધાઈ છે, જેવા કે ધનિષ દેશના મનારા અને ઈંગ્લંડ દેશના દેહેરાં, તેની અંદર જે મોટા મોટા પથ્થરની ગદાઓ કામમાં લીધો છે, તે મટોડાના અથવા પાલકના ઢોળાવ કરીને ઉચ્ચાલન ત-

થા ખુંધાંની
મદદથી ઉ-
પર ચઢાવે-
લિઓ છે
એમ ધાર્યા-
માં આવે-
છે. જારે
ડુંગર, ઉપર
ચઢાય નહીં



એવો ઉંચો હોયછે, તારે ઉંચા ભાગની આસપાસ, અથવા નહીં તો આગળની તરફ વાંકો ચુંકો રસ્તો બાંધ્યામાં આવેછે. ઉંચા ડુંગર ઉપર બગી લઈ જતી વેળાએ જે ઘોડાને સીધો ન લઈ જતાં વાંકો ચુંકો રસ્તાની

એક બાજુ ઉપરથી બિજી બાજુએ લઈ જઈએ તો તેને ઘણું ઓછું જોર પડશે. ઘણીએક વખત એક નેહરમાંથી બિજી નેહરમાં મછવા લઈ જવાને ઢોળાવનો ઉપયોગ કીધામાં આવેછે. સઘળી જાતના દાદરો ઢોળાવ છે, અને પગથિયાં ફક્ત મજબુતીથી પગને આધાર આપવાને માટે છે. વાહાણને પાણીમાં ઉતારેલા માટે અથવા પાણીમાંથી જમીન ઉપર લેવામાટે ઉતરતો દાળ રાખવાસાફ તેનો ઉપયોગ કીધામાં આવેછે.

ભાગ અગિયારમો.

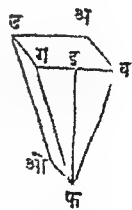
શ્રાવ્ય વિશે.

શ્રાવ્યનો આકાર ત્રિકોણ પ્રિભમના જેવો છે; એ નકર લોહોડાના, લાકડાના, અથવા હરેક જાતના બિજા પદાર્થથી બને છે, અને ઘણી ખરો વાર એ લાકડાં ચીરવાના કામમાં આવે છે, અને તે વે-
જાએ ૧૩૧ મી આકૃતિમાં બતાવ્યા પ્ર- આકૃતિ ૧૩૧.
માણે જે આગળથી ચીર કાઢેલી હો-
ય છે તેની અંદર તેને ખોસે છે; પછી
તેના માથા ઉપર હથોડી અથવા કાંઈ
બિજા બારે વસ્તુ મારીને તેને અંદર
દાખલ કરે છે.



પાસેની ૧૩૨ મી આકૃતિમાં (અડ) તેની (અવગડ) પીઠની જગાઈ બતા-
વે છે, અને તેના ઉપર શક્તિની યોજ-
ના થાય છે; (ફ) શ્રાવ્યની હંચાઈ અ-
થવા હંચાઈ છે; (વફ) તેની એક બા-
જીની લંબાઈ છે, અને (ઓફ) તેની
તીણી ધાર છે. એ ઉદાહરણ છે કે ૧૩૨

આકૃતિ ૧૩૨.



મી આકૃતિમાં જે શ્રાવ્ય બતાવી છે તેના કુરતાં ૧૩૧

મી આકૃતિમાં જે બતાવી છે તે હરકોઈ એ પદાર્થની અંદર ધણી જલદીથી પેસે; પણ બિજી જે મુસ્કેલી-થી દાખલ થાય છે તેના કરતાં તે ધણી નાહાની ચીર પાડશે. ૧૩૧ મી આકૃતિમાં જે નાહાની ક્રામર છે તેથી ચોક્કસ કાર્ય ઉત્પન્ન થશે. અને તેમ તેને પ્રતિબંધ પણ આછો નડશે. ૧૩૨ મી આકૃતિમાં જે મોટી ક્રામર છે તેથી કાર્ય બોહોલું થશે, તેમ તેને પ્રતિબંધ પણ વિરોધ નડશે. ક્રામરની યાંત્રિક શક્તિ નીચેની રીતિ પ્રમાણે ગણાય છે: તે રીતિ એ કે, તેની પીઠની પોહોળાઈ જેમ તેની એક બાજુની લંબાઈને છે, તેમ શક્તિ દર વખતના પ્રતિરોધને થશે; પણ પ્રતિબંધને કેટલી અસર પોહોંચે છે તેનું બરોબર પ્રમાણ કાઢાડવું ઘણું કઠણ પડે છે, કેમકે જે બળ લગાડાયે છે એ અથવા જે ટલા ધા મારિયે છે એ તેની સંખ્યાને, તથા જુદી જુદી જાતનો પ્રતિબંધ નડે છે, તેને સ્વાધિન ધણી ખરી એ વાત છે. કઠણ લાકડું જેવું કે સીસમ, સાગ એઓને ફાડવાને દેવદાર કરતાં વધારે શક્તિ લગાડવી પડે છે. ભારે ઢાળના ઢોળાવ ઉપર ભારી બોળને ગમ્મ-ડાવવાને જે કારણમાટે મુસ્કેળ પડે છે તેજ કારણમાટે વધારે ત્રાંસી ક્રામરને આગળ હડસેલવાને કઠણ પડે છે. જે ક્રામરનો ખુણો માલમ હશે તથા પ્રત્યેક ધાનું બરોબર બળ માલમ હશે તો પણ સાધારણ દાખલાઓમાં ક્રામરની શક્તિનો નિશ્ચય કરવો ઘણો કઠણ પડશે. એનું દૃષ્ટાંત એ કે જારે લાકડું ચીરિયે છે એ અથવા પથ્થર ફોડાયે છે એ, તારે જે ભાગ જુદા પડે છે તેમનો વ્યાપાર

ઉચ્ચાલન પ્રમાણે થાયછે, અને તેથી ક્રાચરને માટે રસ્તો કરવાને તેની મદદ પોહોંચેછે, અને એટલામાટેજ અવરજ કરીને તેની શક્તિ વધેછે. ક્રાચરનો ગણિતરૂપ વિચાર આ ઠેકાણે કીધો નથી, કેમકે તેમાં સારી પેઠે હિસાબનું જ્ઞાન જોઈએ છે, તથા તેની અંદર જે કલ્પના કીધામાં આવેછે તે પ્રમાણે વ્યવહારમાં કાંઈજ અનર્થ નથી.

ક્રાચરની યોજના બિજાં યંત્ર કરતાં કાંઈ ઓછી થતી નથી. વાંસલા, ખીલા, સાહાડી, સોય, કુવાડા, તરવાર, ઈત્યાદિ હથિયારોનો વ્યાપાર ક્રાચરના મૂળ તત્વ ઉપરથી થાયછે. વળી બિજે ઘણેએક ઠેકાણે જાંહાં બિજાં યાંત્રિક શક્તિઓનું કાંઈ જોર ચાલતું નથી તાંહાં પણ એનો ઉપયોગ કીધામાં આવેછે. એના ઉપર ધા માર્યાંથી એ અંદર જાયછે, તેથી કરીનેજ એ સરળ પડેછે; અને એ કારણ માટેજ ઉચ્ચાલનનાં જોરથી જે દાખણ ઉત્પન્ન થાયછે તેની સાથે જોતાં એથી વેગમાન અધિક ઉત્પન્ન થાયછે. ક્રાચરની અત્યંત શક્તિ છે એનો દાખલો એ કે, મોટાં મોટાં વાહાણો જે ગોદીમાં હોયછે તેમના પદાણુમાં ક્રાચર માર્યાંથી તેઓ સેહેલથી ઉચ્ચકાયછે. કોઈ કોઈ વેળાએ પાયાને હવા લાગ્યાથી ધરની અંદર ધુમાડિયું અથવા ભટ્ટી જમી જાયછે, તેવે ઠેકાણે તેની એક બાજુમાં ક્રાચર માર્યાંથી દીવાલ પાછી લંબમાં આવેછે. કોઈ વેળાએ ખડક ફેડવાના કામમાં તે આવેછે, અને તેવે ઠેકાણે ઉચ્ચાલન, આંસ અને ચક્ર, અથવા કંપી એનું કાંઈપણ જોર ચાલતું નથી.

કેમકે ધા માર્યાથી તેની પાસેના ભાગ હાલેછે અને તેથી કરીને તેમને છુટા પાડવાને ધણું મહેલ પડેછે. ઇંગ્લંડની અંદર ડરબીશાયરમાં કેટલેક કેકાણે ઘંટીના પથ્થર સીલીકાવાળા * રેતીના ખડકસાથે મળેલા હોયછે તે છુટા પાડવાસાથે, જે પથ્થર જુદો પાડવો હોયછે તેની અંદર કાણા પાડીને તેમાં સુકી લાકડાની ફાચરો ધાલેછે; પછી જમીનની હવાને લીધે ફાચરો ધીમે ધીમે ફુલેછે, અને એક અથવા બે દિવસમાં ઘંટીનો પથ્થર વગર ભાંગવે ઉપર નિકળી આવેછે. પાલક બાંધતી વેળાએ મજૂરો સાકટા અને દોરડાં વચ્ચે ફાચર ધાલીને દોરડાંને રાખ રાખેછે.

અપ્પુ જોરે ચીરવાના કામમાં આવેછે તોરે તેનો વ્યાપાર ફાચર પ્રમાણે થાયછે એમ ધાર્યું તો ચાલશે; પણ જો તેની ધાર સૂક્ષ્મદર્શકે વતી તપાસી તો તે બારિક કરવત પ્રમાણે માલમ પડશે; અને એ વાત તેની ક્ષત ધારથી હરેક પદાર્થ કપાત તેના કરતાં જે પદાર્થ કાપવાનો હોયછે તેના ઉપર પાનાને કરવત પ્રમાણે ફેરવ્યાથી જલદી કપાયછે. તેથી ખુલ્લી માલમ પડેછે.

પોર્ટસ્મૌથની ગોદીમાં મોટા લોહોડાના અને ત્રાંબાના ખીલા ઢોકી બેસાડવાને તથા દાખીને ખોસવાને કેટલું કેટલું બળ લગાડવું પડેછે તે વિશે પ્રયોગ કીધા છે તે ઉપરથી માલમ પડેછે કે, સાધારણ કૌ-

* એક જાતની મૃત્તિકા છે, અને ચક્રમકની પથરી-માં એનો બોહોલો ભાગ હોયછે.

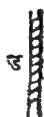
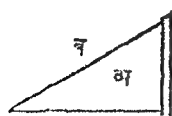
વતવાળો માણસ ૧૮ પૌંડ ભારે અને ૪૨ ઇંચ લાંબા
હાથાની હથોડીથી ઘા કરે તો પ્રત્યેક ઘા વખત તે આ-
સરે ૬ ઇંચ ખીલાને અંદર પેસાડશે, પણ તે ખીલાને
તેટલોજ અંદર દાખવાને ૧૦૭ ટનનું દાખણ કરવું પડ-
શે; અને જો થોડુંએક દાખણ વધાર્યું તો તે બધો અં-
દર જશે.

ભાગ બારમો.

મળસૂત્ર.

અહં જોતાં મળસૂત્ર અમિત્ર યાંત્રીક શક્તિ છે એમ કહેવાઈ શકાતું નથી, કેમકે તેને ફેરવવાને ઉચ્ચાલન અથવા દાંડાની મદદ લીધા શિવાય તે સ્વચ્છિતજ કામમાં આવેછે; જ્યારે એ પ્રમાણે તેને મદદ મળેછે તારે એ મોટા બળનું મિત્ર ચંત્ર થાયછે, અને પછી તેથી પદાર્થો દાખી શકાયછે, તથા મોટાં વજનોને હંચાં કરાયછે. મળસૂત્ર ઢોળાવનું રૂપાંતર છે એમ ધાર્યું તો ચાલશે, અને એ વાત ૧૩૩ મી આકૃતિ પ્રમાણે (અ) કાગળને ઢોળાવના આકાર જેવો કાપીને (ક) આંકણી

આકૃતિ ૧૩૩. આકૃતિ ૧૩૪.

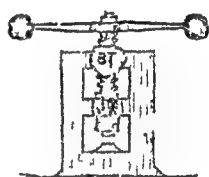


અથવા હરેક ગોળ વસ્તુ ઉપર વિદ્યાથી માલમ પડશે; પછી તેની (વ) કોરથી જે આંકણી ઉપર મળસૂત્રાકાર કાપા પડશે તે તેના પેચનું

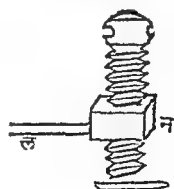
સ્વરૂપ બતાવશે. કાગળને આંકણી ઉપર તંગ વિદ્યાપ્રાપ્તિ તે ૧૩૪ મી આકૃતિ પ્રમાણે માલમ પડશે. ઢોળાવ અને ફાચરની અંદર તેમની સફાઈ ઉપર બાર

મુકવામાં આવેછે તે પ્રમાણે મળસૂત્રમાં કાંઈ પેચની ઉપર મુકાતો નથી. રાક્તીનો બ્યાર એક બિંબું મળસૂત્ર નેને માકડી કેહેછે તેની અંદર રહીને થાયછે. માકડી એક પોલા સિલિંડરથી બનેછે, અને તેની માંહે લાટના પેચ બરોબર આવી રેહે એવી મળસૂત્રાકાર ખોબણ કીધેલી હોયછે. આ યંત્રથી રાક્તીનું કાર્ય પ્રતિબંધને પોહોંઆડવાસાર લાટ અથવા માકડી બેમાંથી એક જડી લેવી જોઈએ. જો માકડી જડી લીધેલી હોય, તો લાટ જાંઠાં સુધી ફરતી ફરતી તેના મથાળા સુધી આવે તાંજાં સુધી તેને એક નાકે ઉચ્ચાલન ભેરવીને ફેરવવી જોઈએ; જો લાટ જડેલી હોય તો માકડી મળસૂત્રને તળીએથી તે તેને મથાળે આવે તાંજાંસુધી તેને ઉચ્ચાલને કરીને ફેરવવી જોઈએ. ૧૩૫ માં આકૃતિમાં (અ) જડેલી માકડી દેખાડેલી છે. જો લાટને જમણી તરફ ફેરવી તો તે નીચે ઉતરતી જશે પણ માકડી સ્થિર રહેશે. ૧૩૬ માં આકૃતિમાં લાટ જડી લીધેલી છે; અને (લ)

આકૃતિ ૧૩૫.



આકૃતિ ૧૩૬.



ઉચ્ચાલને કરીને માકડીને ડાબી તરફથી જમણી તરફ ફેરવી તો તે લાટની નીચે ઉતરશે. મળસૂત્રથી કેટલો નફો થાયછે તે જાણવામાટે જે સિલિંડરની ઉપર મળ-

સૂત્રના આમટા પાડેલા હોયછે તેનો પરિધ તથા મળસૂત્રના આંટા વચ્ચેનું અંતર એનો વિચાર કરવો જોઈએ. એ ઉદાહરણ છે કે એક આંટામાં રહેલો બિજાને પ્રતિબંધ પોહોંએ એટલી વારમાં દાંડો એક વાર ફેરવવો પડશે; તેટલામાટે દાંડો જે વર્તુળમાં ગમન કરેછે તેનો પરિધ મળસૂત્રના પેચ વચ્ચેના અંતર કરતાં જોરજોરથી વધારે હશે તેટલી મળસૂત્રની યાંત્રિક શક્તિ જાણવી.

એ ઉપરથી એ નિકળેછે કે દાંડો જેમ લાંબો હશે અને પેચના આંટા જેમ પાસે હશે તેમ મળસૂત્રની શક્તિ વધતી જશે. તેટલામાટે એ યંત્રની યાંત્રિક શક્તિ વધારવામાટે જોઈએ તો દાંડાની લંબાઈ વધારવી, નહીં તો પ્રત્યેક પેચની વચ્ચેના અંતર ઓછું કરવું. ઉદાહરણ, જે કયાપણુ એ મળસૂત્રના સિલિંડરનો પરિધ બરોબર હોય, પણ એકના પેચના આંટા એક એક ઇંચ દૂર હોય અને બિજાના ત્રણ ત્રણ ઇંચને અંતરે હોય, તો ઉતરણના મૂળ તત્વ ઉપરથી એ સાફ માલમ પડશે કે, જે મળસૂત્રના આંટા એક એક ઇંચને છેડે હશે તેની શક્તિ, જેના આંટા ત્રણ ત્રણ ઇંચને અંતરે હશે તેના કરતાં ત્રણગણી થશે. પછવાડે એ ખતાવ્યું છે કે જે કયાપણુ એ ઢોળાવની ઉંચાઈ બરોબર હશે, પણ એકના પાયાની લંબાઈ બિજા કરતાં ત્રમણી હશે, તો જેનો પાયો ત્રણગણો મોટો હશે તેથી બિજા કરતાં ત્રણગણું વધારે યાંત્રિક કૃણ ઉત્પન્ન થશે, તેમ આમુક ઉંચાઈ ચઢવાને તેના ઉપર બિજા કરતાં વાર પણ ત્રમણી લાગશે; મળસૂત્રને એ મૂળ તત્વ લગાડ્યાથી એ અષ્ટ

માલમ પડે છે કે, સમાન અંતર નીચે ઉતરવાને જેના આંટા ત્રણ ત્રણ ઇંચ દૂર છે તેમાં, જેના એક એક ઇંચ દૂર છે તેના કરતાં ત્રણગણો વખત લાગશે; હવે જેટલું યાંત્રિક કૃળ ઉત્પન્ન થાય છે, તેના પ્રમાણમાં ગ-મન થાય છે અથવા કાળનો વ્યય થાય છે, તે ઉપરથી એ નિકળે છે કે, ત્રણ ઇંચ આધેના આંટાવાલા મળ-સૂત્ર કરતાં એક ઇંચ આધેનાં આંટાવાળાથી ત્રણગણો નફો થશે.

ઉચ્ચાલનની યોજના કીધાવિનાના મળસૂત્રની શક્તિ નીચેના પ્રમાણ ઉપરથી માલમ પડશે: એટલે, લાટનો પરિધ જેમ આંટાની વચ્ચેના અંતરને છે, તેમ ઉચ્ચાલક ઉચ્ચાલને થશે. પણ ઉચ્ચાલનવિના સ્પર્શિતજ એ યંત્ર કામમાં આવે છે, માટે લાટના પરિધને ઢેકાણે દાંડાનો છેડો જે વર્તુળ ફેરવે તેનો પરિધ ગણ્યામાં આવે છે. ઉચ્ચાલનસહિત મળસૂત્રનું કાર્ય ગણવાને ઉચ્ચાલન જે વર્તુળમાં ફેરવે તેના પરિધને શક્તિએ ગુણવો. તેટલામાટે મળસૂત્રની અંદર રાક્ષતીને તે જે વર્તુળમાં ફેરવે તેના પરિધે ગુણી તો તે ગુણાકાર, ઉચ્ચાલ્ય ધ્યાને પ્રતિહત બળને બે પાસેના પેચના અંતરે ગુણીએ તેની બરોબર થશે.

તેટલામાટે જે ઉચ્ચાલનની લંબાઈ, બે પેચ વચ્ચેનું અંતર, અને જે બોજ ઉંચકવાનો હોય તેનું વજન, એ આપેલું હોય તો, ઉચ્ચાલકનું વજન તરત માલમ પડશે; અથવા મળસૂત્રની સહાયતાથી કેટલું વજન ઉંચું થશે, એ જાણવું હશે તો, શક્તિ, બે પેચવચ્ચેનું અંતર, અને

ઉચ્ચાલનની લંબાઈ એટલું જાણવું જોઈશે. મનમાં આણ કે એક મળસૂત્ર જેના પેચ અર્ધી અર્ધી ઇંચને છેટે છે, તથા જેનો દાંડો છ ફુટ લાંબો છે તેથી કેટલો નફો થાયછે, તે શોધી કાઢાડવાનું છે. હવે ક્યા પણ ગોળની ત્રિજ્યા આપેલી હોય તેને જે છ એ ગુણી તો તે ગુણાકાર પરિધની પાસે પાસે થશે. કેમકે પરિધ છગણી ત્રિજ્યાથી લગારેક વધારેછે; પણ સાધારણ કામમાં છગણી ત્રિજ્યા લીધી તો ચાલશે, માટે ધાર કે પરિધ, ત્રિજ્યાથી છગણો મોટો છે. ઉપરના દાખલામાં દાંડાની લંબાઈ છ ફુટ છે તેથી, તે જે વર્તુળમાં ફરશે તેના પરિધની લંબાઈ $6 \times 3.14 = 18.84$ ફુટ અથવા ૪૩૨ ઇંચ થશે; પણ દાંડો એક વાર ફરેછે તેટલા વખતમાં મળસૂત્ર માત્ર અર્ધો ઇંચ નીચે આવેછે, તેટલામાટે ઉચ્ચાલકને સમાન વખતમાં ઉચ્ચાલ્ય કરતાં ૮૬૪ ગણું વધારે ગમન કરવું પડશે; માટે ૧ જેમ ૮૬૪ ને તેમ ઉચ્ચાલક ઉચ્ચાલ્યને થશે, અથવા બિજી રીતે કહિયે તો દાંડાઉપર એક રોરનું બળ કીધું તો તે મળસૂત્ર ઉપર ૮૬૪ રોર જેટલા બળની ક્રિયા થશે તેને સમતોલ રાખશે. એ ઉપરથી એવું નિદ્રણે છે કે મળસૂત્રની યાંત્રિક શક્તિ વધારવાના બે રસ્તા છે; જોઈએ તો જે ઉચ્ચાલને ફરીને તે ફરેછે તેની લંબાઈ વધારવી, અથવા તેમ નહીં તો પેચ વચ્ચેનું અંતર કમી કરવું. હવે ધાર કે મળસૂત્રના પેચ એવા તો બારિક છે કે તેઓ માત્ર પા પા ઇંચને છેટે છે, અને ઉચ્ચાલનની લંબાઈ ૧૦ ફુટ ઈંચને ૧૨૦ ઇંચ છે; આ ઠેકાણે ઉચ્ચાલનની લંબાઈ ૧૦ ફુટ

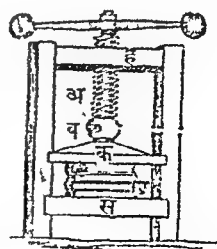
છે તેથી તેનો પરિઘ $૧૦ \times ૬ = ૬૦$ ફુટ એટલે ૭૨૦ ઇંચ એથવા ૨૮૮૦ પા ઇંચ થશે; વલી પેચ વચ્ચેનું અંતર માત્ર પા ઇંચ છે તેથી સમાન વખતમાં ઉચ્ચાલ્ય કરતાં ઉચ્ચાલકને ૨૮૮૦ ગણું વધારે ગમન કરવું પડશે; તેટલામાટે ઉચ્ચાલનને છોડે એક રોર જેટલા બળની યોજના કીધી તો તે ૨૮૮૦ રોર બોળને ઉંચકશે. એ છતાં પણ હિયાં એ જણાવવાની જરૂર છે કે, મળસૂત્રના ભાગોનું ધર્પણ એટલું તો થાયછે કે હિસાબ પ્રમાણે જેટલી એની શક્તિ થવી જોઈએ તે કરતાં વ્યવહારમાં ઘણીજ કમ માલમ પડેછે, કેમકે એ યંત્રથી જે ધર્પણ થાયછે તેને લીધે પ્રાયઃ શક્તિના $\frac{1}{2}$ જેટલું બળ વધારે લાગેછે.

સઘળી યાંત્રિક શક્તિ કરતાં મળસૂત્રથી વધારે દાબણુ કરાયછે. અને એનો વ્યાપાર હંમેશાં જારી રહેછે, તથા દાબણુ પણ કાયમ રહેછે. ઉચ્ચાલનનો વ્યાપાર વારે વારે બદલાયછે તથા દાબણુ પણ રહી રહીને થાયછે. પણ મળસૂત્રનો વ્યાપાર તો એકસરખા દાબણુથી અને એકજ માર્ગમાં થાયછે, તથા તે દાબણુ તેમાં જારી રહેછે.

પાસેની ૧૩૭ મી આકૃતિમાં ચોપડી બાંધનારા ચોપડી દાબવાને જે રિથર સિકંબે રાખેછે તે બતાવેલો છે, વધારે દાબણુ કરવાના કામમાં મળસૂત્ર આવેછે તેનો એ સારો દાખલો છે.

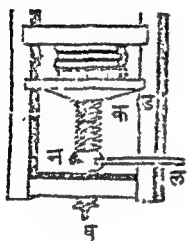
(અ) લાટના (વ) છેડા ઉપર જે ઉચ્ચાલન છે તેણે કરીને તે

આકૃતિ ૧૩૭.



ફેરવ્યામાં આવેછે. તેનો નીચેનો છેડો (ક) દાખલ કરનાર પાટિયાં ઉપર રહેછે; તેટલામાટે જારે લાટને ફેરવિયે છેયે, તારે (સ) જડેલા પાટિયા ઉપર (ઢ) ઓપડિઓ મેદેલી હોયછે તે દખાયછે; અને લાટને ઉલટી ફેરવ્યાથી પાછું દાખલ તરત દુર ચાયછે. એ ઠેકાણે માકડી અચળ રહેછે કેમકે તે (હ) જડેલા લાકડાની અંદર છે. આ-

આકૃતિ ૧૩૮.



ગળની ૧૩૮ માં આકૃતિમાં લાટ અચળ છે. અને માકડી ફરતી છે. તેની અંદર (ઢ) પાટિયું (ક.વ) લાટથી ચોકડાની ઉપર નીચે જાયછે, અને એ લાટ પણ ઉપર નીચે થઈ શકિછે, પરંતુ આસપાસ ફરી શકતી નથી: (ન) માકડી (લ) ઉચ્ચા-

લને કરીને ફેરવ્યામાં આવેછે અને તે આસપાસ ફરી શકિછે, પણ લાટ તરફ ઉપર ચઢી શકતી નથી. અને પ્રત્યેક માકડીના આંટાથી લાટ બે પાસેના પેચના અંતર જેટલી ઉપર આવેછે.

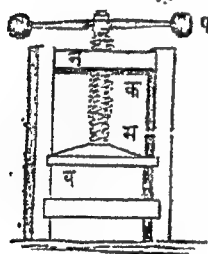
પાછળ એ જણાવ્યું છે કે, મળસૂત્રની અંદર અમુક શક્તીથી ફેટલા વજનને આધાર મળશે, તે વાત ઉચ્ચાલનની લંબાઈને તથા બે પાસેના પેચના અંતરને સ્વાધિન છે. એ ઉપરથી એવું નીકળેછે કે જે ઉચ્ચાલન ઉપર શક્તિના યોજના ચાયછે તેની લંબાઈ વધાર્યાથી અથવા પેચના અંતર કમી કીધાથી વધારે યાંત્રિક કળ પ્રાપ્ત થશે, એ પ્રમાણ જોતાં તો મળસૂત્રની શક્તિ

જોધએ તેટલી વધી રાકરો; પરંતુ ઉચ્ચાલનની લંબાઈ વધાર્યાથી ઘણી અડચણ પડેછે, કેમકે તે પ્રમાણે થયાથી રાક્ષીને લાંબા પ્રદેશમાં ગમન કરવું પડરો, અને તે વાત વ્યવહારમાં બનરો નહીં; અને તેમજ જો મળસૂત્રના પેચ ઘણા ખારીક પાડ્યા તો તેમનાથી દાખણું ખમારો નહીં અને ભાંગી પડરો. એ અડચણ મિરાડવાસાથે હંર સાહેબે (૧૩૮) પાને ખતાવ્યાપ્રમાણે આંસ અને ચક્રને મળતી એક ડાહાપણ ભરેલી યુક્તિ રોધી કાઢાડી છે; તે ડેકાણે થોડા બળથી ઘણા બળને ધારણ કરવાને જેમ આંસનો એક ભાગ બિજા ભાગ કરતાં જડો રાખ્યો હોયછે, તેમ આની અંદર જે મળસૂત્ર રાખીને એકને બિજામાં બંધ બેસતું કોધું હોયછે. એવા મળસૂત્રની યાંત્રિક રાક્ષિત, જે જે મળસૂત્રથી બનેછે, તેમના પેચોના અંતર ઉપરથી ગણાતી નથી, પણ તે અંતરોના તક્ષવત, ઉપરથી ગણાયછે. એઉપરથી એવું નિકળેછે કે ગમે તેટલી મંજ્યુતીના અને મોટાં તે મળસૂત્ર હરો તો ચાલરો, માત્ર એટલુંજ કે તે બેઉની જડાઈમાં ઘણો તક્ષવત પડવો ન જોધએ.

૧૩૯ માં આકૃતિમાં એ જાતનું મળસૂત્ર દેખાડેલું છે. (ક) મોટું મળસૂત્ર છે, અને તે (ન) જડેલી માકડીમાં ફેરેછે. અને પોલો કરીને એની માંહે (મ) નાહાના મળસૂત્રને બંધ બેસતા પેચ પાડેલા હોયછે તેથી એ તેની માકડીને ડેકાણે ચાલેછે; અને એ (ન) મળસૂત્ર, (વ) પાટિયું જે ઉપર નીચે યાયછે તેની સાથે જડેલું છે. દર એક આમટા વખત (ક) સા

તેના પેચના અંતર જેટલું નીચે ઉતરેછે; અને તેજ વે-
ળાએ (મ) નાહાનું સિલિન્ડર પોતાના પેચના અંતર જે-
ટલું ઉપર આવેછે, અને એ બેઉના વ્યાપારથી (મ)
નાહાનું મળસૂત્ર અને (વ) પાટિયું, એ બેઉ મળસૂત્ર-
ના આંદાનાં અંતરના તફાવત જેટલાં નીચે ઉતરશે.
જો બેઉ મળસૂત્રના પેચના અંતરો કેવળ બરોબર હોય,
અને (ક) મળસૂત્રને (ફ) ઉચ્ચાલને કરીને ફેરવ્યું તો
(વ) પાટિયું જે તળે ઉપર થાયછે તે પોતાને ઢેકાણેજ
રહેશે; કેમકે મોટું મળસૂત્ર જેટલું નીચે આવશે, તે-

આ રીતે ૧૩૯.



જેટલું નાહાનું ઉપર જશે; પ-
રંતુ જો (મ) નાહાના મળસૂત્ર-
ના પેચનું અંતર (ક) ના
પેચના અંતર કરતાં કાંઈક ઓ-
છું હશે તો (વ) પાટિયું જે ની-
ચે ઉપર થાયછે તે, (ફ) ઉ-
ચ્ચાલન દર એક વાર ફરશે એ-
ટલી વારમાં (ક) અને (મ)

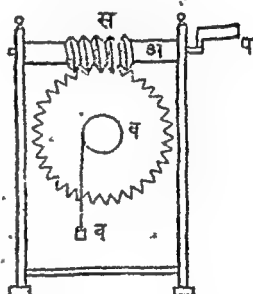
મળસૂત્રના પેચોના અંતરની ખાદખાકી જેટલું નીચે ઉ-
તરશે. એ ઉપરથી સાફ માલમ પડેછે કે કોઈ પણ
એક સાદા મળસૂત્રના પેચનું અંતર આવી જાતના બેઉ
મળસૂત્રના પેચોના અંતરની બરોબર હશે, તો તેથી એ-
ના જેટલુંજ કાર્ય ઉત્પન્ન થશે; અને તેટલામોટા મિત્ર
મળસૂત્રમાં બેઉ મળસૂત્રના પેચના અંતરની ખાદખાકી,
જેમ ઉચ્ચાલનનો (ફ) છેડો જે વર્તુળમાં ગમન કરશે
તેના પરિધને થશે, તેમ ઉચ્ચાલક ઉચ્ચાલને થશે.

એ ઉપરના દાખલા ઉપરથી ખુલ્લું માલમ પડશે કે બેઉ મળસૂત્રના પેચોના * અંતરની બાદબાકી જેમ ઓછી થશે, તેમ એ યંત્રની યાંત્રિક શક્તિ અધિક થશે.

કોઈ વાર મળસૂત્રના પેચનો વ્યાપાર માકડીઉપર ન થતાં ૧૪૦ મી આકૃતિમાં બતાવ્યા પ્રમાણે દાંતાવાળાં ચક્રો ઉપર થાયછે. એવી રી-

તે મળસૂત્રનો ઉપયોગ થાયછે

આકૃતિ ૧૪૦.



તારે તેને અનંત મળસૂત્ર કે-

હેછે, કેમકે એનો વ્યાપાર ચક્ર

ઉપર જોઈએ એટલી વાર સુધી

જારી રહેછે. એ યંત્રમાં મ-

ળસૂત્ર તથા આંસ અને ચક્ર

એ બે યાંત્રિક શક્તિનો સમા-

હાર થાયછે. મનમાં આણું

કે (સ), (અ) લાટ ઉપર જે પેચ પાડેલા છે તેને બતા-

વેછે, અને તેનો વ્યાપાર (વ) ચક્રના દાંતા ઉપર થાયછે

અને ધાર કે (પ) દાંડા ઉપર શક્તિની યોજના થાયછે.

એ ડેકાણે મળસૂત્રના બે પેચ વચ્ચેનું અંતર ખરોખર

દાંતાની પોહોળાંઈ જોઈલું હોવું જોઈએ; તેટલામાટે ચક્રને

એક દાંતા જોઈલું ફેરવવાને મળસૂત્રને એક આખો આ-

મટો ફેરવવો પડશે. જો (વ) ચક્રને ૧૬ દાંતા હશે,

તો એ સ્પષ્ટ છે કે (પ) દાંડાથી (અ) લાટ અને (સ)

* પેચોનું અંતર એટલે મળસૂત્રના કયાપણ બે પેચ વચ્ચેનું અંતર સમજવું.

૨૦૮ અહ્યાંતર માપક મળસૂત્ર—ઔરસી અને ટોપણ.

પેચ એક એક વાર ફરશે એટલી વારમાં (વ) ચક્ર માત્ર એક દાંતા જોઈશું ચલન પામશે; અને તેટલામાટે આપ્યા ચક્રને ફેરવવાને ૧૬ વાર લાટને ફેરવવી પડશે.

મળસૂત્રના ઉપયોગ અનેક રીતે થાય છે. મોહોરનું બિખું ધાતુના કડકા ઉપર પાડવાને એનો ઉપયોગ થાય છે. છાપખાનામાં પણ એ કામમાં આવે છે. એની મદદથી રૂની ગાંસડી દબાવ્યામાં આવે છે, અને તેથી તે અસલ પાણીમાં તરે એવી હોય છે તે તેની તજે એસે એટલી ભારે થાય છે. કોઈ વેળાએ ધર નમી ગયલાં હોય છે તે થોડાં બજે કરીને એની મદદથી પાછાં ઠેકાણે આણાય છે. ખગોળવિદ્યા સંબંધી ગણિતમાં એથી ઘણી મદદ મળેલી છે, કેમકે એણે કરીને સોદેલથી થોડું અંતર મપાય છે અથવા તેના ખરોખર ભાગ થાય છે. એક સાધારણ મળસૂત્રથી એક ઇંચના પાંચ હજાર ભાગ થઈ શકે છે; પણ હંચાં કહણ ખરા લોહોડનાં મળસૂત્ર જે દૂર્બીન વગેરે યંત્રના કામમાં આવે છે તેણે કરીને એથી પણ વધારે ભાગ થશે. એવા મળસૂત્રને અહ્યાંતર માપક મળસૂત્ર કહે છે. ઔરસી અને ટોપણ, એ પણ મળસૂત્રના દાખલા છે, અને એ ખેડ, દોળાવને સંકુ ઉપર વિરાખ્યાથી બને છે એમ ધાર્યું તો ચાલશે. એ હથિયારો નાકેથી આણીવાળાં હોય છે, તેથી કરીને એની શક્તિ ઘણી અધિક થાય છે. જરે ફળ અથવા હરેક વનસ્પતીનો રસ નીચોવી કાઢાડવો હોય છે તારે પણ ધણું કરીને મળસૂત્ર કામમાં આવે છે. સેરડીનો રસ કાઢાડવામાટેજ સંચો કામમાં આવે છે તે એ વાતનો દાખલો

છે; અને સધળે દેકાણે જાંહાં ઘણાં બળની જરૂર હોયછે તાંહાં મળસૂત્ર કામમાં આવેછે.

સુના રૂપાના ઘરેણાની પેચવાળી ખીસિઓ, એ પણ મળસૂત્રના દાખલા છે. અને તેની અંદર દાગીનાના ગળત માફક ખીસીના પેચ પાસે આધે રાખ્યામાં આવેછે. બુદ્ધ ઉદ્ધાડવાને જે મળસૂત્ર કામમાં આવેછે તે ખાલી પેચ હોયછે, માફકી હોતી નથી; અને તેનો ઉપયોગ કાંઈ દાખલ કરવામાટે થતો નથી, તે ફક્ત તેની માંહે બરાબરને તેને ખેંચી કાઢાડવા માટે કામમાં આવેછે. હાલ તરેહ તરેહનાં બુદ્ધનાં મળસૂત્ર બનેલાં છે, અને તેની માંહે એક બિજું મળસૂત્ર હોયછે તેના બા-પારથી બુદ્ધ ખેંચી કહાયછે.



ભાગ તેરમો.

ધર્મણ.

યંત્રોની શક્તિ, ગણતી વેળાએ તેમના ભાગ એક બિન્ન ઉપર લાગ્યાથી જે ધર્મણ થાયછે તેને માટે પુષ્કળ છૂટ સુકવી પડેછે એવું પાછળ બતાવ્યું છે અરે, પરંતુ ધર્મણથી યંત્રો ઉપર જે કાર્ય થાયછે તે સારી પેઠે ધ્યાનમાં લેવા ભેગ છે તેથી એ વિષયનો વિચાર આ ભાગમાં જુદો કીધો છે.

ધર્મણ એટલે એક પદાર્થનું પૃષ્ઠ બિન્ન પદાર્થના પૃષ્ઠ ઉપર સરકેછે અથવા સરકવાને યત્ન કરેછે તેથી જે કાર્ય થાયછે તે; પદાર્થનાં પૃષ્ઠ ગમે તેવાં લીસાં માલમ પડે તથાપિ તેના આખાં પૃષ્ઠ ઉપર ચોક્કસ પણ અરબચડાપણું હોવાવિના રહેતું નથી; તેટલા માટે જરૂરે એ પદાર્થનો સ્પર્શ થાયછે તારે એકની ઉપરના ઉંચા ભાગ બિન્નના નીચા ભાગમાં ભરાયછે, અને તેણે કરીને ગતિને પ્રતિબંધ થાયછે. લોહોડું કઠાયાથી, લોહોડું પોતું પડાયાથી અથવા કોહી ગયાથી, અને દોરડાં કંઠણ અને અનન્ન યયાથી યંત્રોના જુદા જુદા ભાગોનું ધર્મણ ચોક્કસ વખતમાં વધી જાયછે. ખારી અને ખારણાને જુના મિલત્રાં હોય અને જો તેને ઘણા દાહાડા સુધી ઉઘાડિયે નહીં તો ફાટના જરૂરથી જે ધર્મણ ઉત્પન્ન થશે

તેથી તેને ઉઘાડવાને મહેનત પાંહોંચરો; તેમજ જો તાણું અથવા કુંચી બેઉ કટાઈ ગયાં હોય અને તાણું ઉઘાડવું હોય તો અંદરના પડદાના કાટને લીધે કુંચીને જે હરકત પાંહોંચે છે તેથી ઉઘાડવાને ઘણી મહેનત પાંહોંચે છે. હરેક જાતના મળસૂન જે ઘણા દાહાડામુધી કામમાં આપ્યાં ન હોય તેમને ફેરવવાને પણ ઘણી મહેનત પડે છે.

લોહોડું, લાકડું, ઈંટ, પથ્થર, ઇત્યાદિના એક કડકાનું ધર્ષણ તેજ જાતના બિજા કડકા ઉપર ફેટવું થાય છે એ વાતનો નિશ્ચય તેના એક કડકાનો ઢોળાવ કરીને તેના ઉપર બિજો મુકીને તે ગમડે નહીં તાંદાંસુધી ઢોળાવનો ખુણો વધાર્યાથી થાય છે. એ પ્રમાણે વધારતાં વધારતાં આખર જે ખુણો થાય છે તેને ઇંગ્રેજીમાં એંગલ આવ રિપોઝ (એટલે વિત્રાંતીનો ખુણો) કહે છે. એક પૃષ્ઠ બિજા પૃષ્ઠ ઉપર ઘસાયાથી જે ધર્ષણ ઉત્પન્ન થાય છે તે નીચે કહેલા ઉપાયોથી ઓછું થાય છે.

૧. પૃષ્ઠો એક બિજા સાથે ઘસાય છે તેમને લીસાં કરવાં; પરંતુ તેમને અતિરાય લીસાં કરવાં નહીં, કારણ કે ઘણાં લીસાં થયાથી તેઓ એટલાં સંલગ્ન થાય છે કે તેથી સ્નેહાકર્ષણનું પ્રાપ્ત્ય વધે છે.

૨. જે પદાર્થોનું એક બિજા સાથે ધર્ષણ થાય છે તેમને જીદી જીદી જાતના રાખવા; દૃષ્ટાંત, જારે ધરી લોહોડાની હોય છે તારે જે ભાગો ઉપર તે રહે છે તેને પીતળના કોધામાં આવે છે. ઘડિયાળ વગેરે બિજો નાહાનાં યંત્રોમાં ખરા લોહોડાના આંસ હોય છે, અને પ્રાયઃ તે હીરાની અથવા પોખરાજની કણી ઉપર ફેરે છે. વિલા-

તો ઘણું લંબાણ થશે, તેથી તેનો વિચાર આ નાહાના અંતમાં કોધો નથી.

પાછળ જે કહ્યું છે તે ઉપરથી સહજ ધ્યાનમાં આવશે કે પદાર્થનું પૃષ્ઠ જેમ અડખઅડ હશે તથા તેના ઉપર દાખણ જેમ વધતું હશે તેમ ધર્મણુ વિશેષ થશે. જ્યારે પૃષ્ઠ તેનાં તેજ હોયછે તારે દાખણુ બમણું ક્રીંધાથી ધર્મણુ પણ બમણું થાયછે; ત્રણગણું દાખણુ ક્રીંધાથી ત્રમણું ધર્મણુ થાયછે; અને એજ પ્રમાણે આગળ પણ.

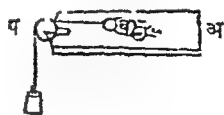
પ્રયોગયક્રી એ સિદ્ધ થયું છે કે ધર્મણુ થકી જે પ્રતિબંધ થાયછે તેનું વધવું ઘટવું પદાર્થના પૃષ્ઠનો સ્પર્શ વધારે ઓછો થાયછે તે ઉપરથી થતું નથી; ક્યે પણ જે ઠેકાણે જે પૃષ્ઠનો સ્પર્શ થાયછે તેજે એકજાતના હશે તથા દાખણુ પણ બરોબર હશે, તો એકના કરતાં બિજા ઠેકાણે વધારે પૃષ્ઠ ધરાસે નોખણુ ધર્મણુ બરોબરજ થશે. ધાર કે એક ચપટા લાકડાના કડકાની એક બાજુ સોજ ચોરસ ઈંચ છે તથા બિંજુ ધાર પા ચોરસ ઈંચ છે, હવે જો તેનું મોટું અથવા નાહાનું ગમે તે પાસું બિજા હરકોઈ પદાર્થ ઉપર સરકશે તો ધર્મણુ સમાનજ થશે; ધાર કે તે કડકાનું વજન ચાર ઓંસ છે; હવે જ્યારે તેની મોટી બાજુ નીચેની તરફ હોયછે તારે ૧૬ ચોરસ ઈંચ ઉપર તેટલાજ વજનનું દાખણુ પડેછે, અને તેટલા મોટે દર એક ચોરસ ઈંચ ઉપર પા પા ઓંસનું દાખણુ થાયછે; તેટલામોટે જેનું પૃષ્ઠ એક ચોરસ ઈંચ છે તથા જેના ઉપર પા ઓંસનું દાખણુ થાયછે તેના ઉપર

ધર્ષણના ભરથી જે પ્રતિબંધ થશે તેના કરતાં આ ટેકાણે ૧૬ ગણો વધારે થશે.

હવે ધાર કે તે કડકાને ફેરવીને મેહલ્યો તો એ ટેકાણે પા ચોરસ ઇંચ ઉપર ચાર ચોસનું અથવા ૧૬ પા ચોસનું દાખલ થશે. પણ પાછળ એ ખતાવું છે કે ભરે પૂછો એકજ જાતનાં હોયછે તારે ધર્ષણનું વધવું થવું દાખલના પ્રમાણ પ્રમાણે થાયછે. એ ઉપરથી એવું નિકળેછે કે એક ચોરસ ઇંચ ઉપર પા ચોસનું દાખલ થયાથી જેટલું ધર્ષણ થશે તેના કરતાં એ પા ચોરસ ઇંચ ઉપર ૧૬ ગણું વધારે થશે; પણ ઉપર એ ખતાવું છે કે ભરે મોટી ખાજી નીચેની તરફ હોયછે તારે પણ એટલુંજ ધર્ષણ થાયછે.

નીચે પ્રમાણે પ્રયોગ કીધાથી ધર્ષણના નિયમ માલમ પડશે:—ધાર કે ૧૪૨ મી આકૃતિમાં (અ) સીધી સફાઈ ઉપર એક (બ) ગાડી મેહલેલી છે અને તેની સાથે જે દોરી ખાંધેલી છે તે સફાઈ સાથે સમાંતર માર્ગમાં રહીને (પ) ચક્ર ઉપર આવેછે. હવે જો એક નાહાનું સરખું વજન દોરીને નાકે ટાંચું તો તેથી તે ગાડી સફાઈ ઉપર ખસવા માંડશે. જો એ ગાડીને ટેકાણે તેટલીજ ઉંચાઈનો એક ખડખડો લાકડાનો કડકો મેહ-

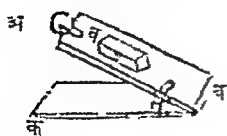
આકૃતિ ૧૪૨.



હ્યો તો ગાડીને ખેંચવાને જોઈશું વજન લાખું હરો તેના કરતાં આ ટેકાણે ભારે જોઈશે. એ ખેંડ ટેકાણે જે ધર્પણ થાયછે તેની ખરોખર એ જે વજનનો છે. હવે તે લાકડાના કડકા ઉપર તેટલા વજનનો બિંબે કડકો મેહેલ્યો તો વજન ખમણું થશે, તેથી કરીને દાખણ પણ ખમણું થશે, અને એ માલમ પડશે કે આગળના વજનથી ધર્પણનો પ્રતિબંધ દૂર થશે નહીં, હવે આગળની ખેંડ ધર્પણ દૂર થાય એટલુંજ માત્ર બિંબું વજન ઉમેરું તો એ માલમ પડશે, કે, હાલ જોટલા વજનથી તે ખેંચારો તે વજન આગળના વજન કરતાં ખરોખર ખમણું થશે. એ ઉપરથી સીક નજર આવેછે કે ખમણા દાખણથી ખમણું ધર્પણ થાયછે.

ટોળાવની મદદથી વળી ધર્પણના નિયમો વધારે સ્પષ્ટ થશે. ધાર કે (અવ) ટોળાવ ઉપર (વ) લાકડાનો કડકો મેહેલેલો છે, અને એ ટોળાવ (કવ) સીધી સફાઈ સાથે મિજગ્રાંથી જડી લીધેલો છે, તેથી જોઈએ એટલો ઉંચો નીચો કરી રાકાયછે. (આકૃતિ ૧૪૩ મી), (અવ)

આકૃતિ ૧૪૩.



ટોળાવને ધીમે ધીમે એટલો ઉંચો કર કે તેથી તેને વિરોધી નીચે ગમડવાની જે શક્તિ ઉત્પન્ન થાયછે તેણે કરીને તેનું ધર્પણ દૂર થાય; એ પ્રમાણે ધર્પણ દૂર થવું એટલે પછી મહજ તે પદાર્થ ગમડવા માંડશે. (અક) લંબ (અવ) ટોળાવની લંબા-

ધ કરતાં જોડલા ગણો ઓછો હશે તેટલા ગણી (વ) કરતાં ઓછા બળથી (વ) વજનમાં ઢોળાવની નીચે ઉતરવાની પ્રવૃત્તિ રહેશે. જો (અવ) ની લંબાઈ ૧૨ ઇંચ હશે, અને (અક) ની ઉંચાઈ ૩ ઇંચ અથવા ઢોળાવની લંબાઈના ૩ જેટલી હશે તો આખા વજનના ૩ જેટલા બળથી તે વજનમાં નીચે ઉતરવાની પ્રવૃત્તિ રહેશે.

જો વજન ૧૨ ઓંસનું હશે, અને પૃષ્ઠે કેવળ લીસાં હશે, તો ત્રણ ઓંસના ઢોળાવની ઉપર આપાર થયાથી તે વજન ગડગડતું અટકશે. સઘળી યાંત્રિક શક્તિઓની અંદર ધર્ષણ થાયછે તથા પાછળ કહ્યા પ્રમાણે તેમનાં કાર્ય ગણતી વેળાએ એની પાંતોની છૂટ મુકવી પડેછે, એ વાત ફરીથી કેહેવાની જરૂર નથી; પણ જેટલાં એક યંત્રમાં બિજાં યંત્ર કરતાં થોડાં પૃષ્ઠનો સ્પર્શ થાયછે, તેથી અવશ્ય કરીને તેમની માંહે ઓછું ધર્ષણ થાયછે.

ઉચ્ચાલનની અંદર થોડું ધર્ષણ થાયછે, કેમકે અનુમાન પ્રમાણે જોતાં તે બિંદૂને આધારે રહેછે, અને વ્યવહારની અંદર પણ તેના ધણાં થોડાં પૃષ્ઠનો ટેકાસાથે સ્પર્શ થાયછે.

કપ્પીની અંદર તેની ખોભણ સાથે દોરડું ધસાયછે તથા તેના આંસના બે છેડા બિજાં બે ઉભાં લાકડામાં ફરેછે તેથી ધર્ષણ ઉત્પન્ન થાયછે; એ છેદના કારણુને લીધેજ કપ્પી જેમ મોટી રખાય તેમ રાખવી એવું સઘળા લોકોનું મત છે, કેમકે જરૂરે કપ્પી મોટી હોયછે તારે જે મધ્ય આગળ ધર્ષણ થાયછે તાંહાંથી ધણે દૂર દોરડાનો

વ્યાપાર થાયછે, અને તેટલા માટે ધર્પણ વધારે મેહેલથી દૂર થાયછે.

અકુની અંદર પણ તે જોને આધારે રહેછે તેના ઉપર તેનું તથા તેના ઉપર જે ખોજ હોયછે તેનું દાખલ થાયછે તેથી ધર્પણ થાયછે; તથાપિ ખરોખર તદખીર ક્રીધાથી આ અડચણ ઘણી ઓછી થાયછે.

હોળાવની અંદર પણ ધર્પણને માટે ઘણી છુટ મેહેલવી પડેછે; અને તેથી કરીને ગણિતથી જોટલી રાક્ષિતનો નફો માલમ પડેછે તેમાં ઘણું અંતર પડેછે.

ક્રાચર અને મળસૂત્રની અંદર તો ઘણુંજ ધર્પણ થાયછે; અને તેમની અંદર ચલિત પૃથ્થોનો સારીપેકે સ્પર્શ થાયછે, તેથી એ યંત્રોને ખરોખર વ્યવસ્થામાં રાખવાને ઘણી સંભાળ લેવી પડેછે.

(સમાપ્ત.)

શબ્દપરિભાષા.



અચરકળી—જડેલી કળી અથવા ઘેરેડી. પૃં ૧૬૨.

અધરાહત્યક—નીચલા જોરથી ફરનારં ચક્ર. પૃં ૧૫૬.

આધાત અને મેત્યાધાત—ધા અને પડધા. પૃં ૩૫.

આંદોલક—ધડ્યાલનું લોલક. પૃં ૬૩.

આંદોલન—આંદોલકના ઝુલ્લાને કહેછે. પૃં ૬૩.

ઉચ્ચાલક—ઉંચકનારં બળ અથવા રાક્ષિત. પૃં ૯૧.

ઉચ્ચાલન—લોહોડાંનો અથવા લાકડાંનો ગજીઓ.

પૃં ૯૧.

ઉચ્ચાલ્ય—ઉંચકવાની વસ્તુ અથવા વજન. પૃં ૯૧.

ઉર્ધ્વાહત્યક—ઉપલાં જોરથી ફરનારં ચક્ર. પૃં ૧૫૬.

કર્ણલિટી—કોઈ ચોખ્ખા આકૃતિના સામ સામેના ખુણા-

આસુધી દોરેલી સીધી લિટીઓ.

ક્રમણમાર્ગ—પદાર્થને પડવાનો અથવા ફરવાનો રસ્તો.

પૃં ૧૪.

ખુણો—જે બે લિટીઓ એક બિંદુમાં મળેછે તેઓની વ-

ચમાંનો ઝોંક—ભુમિતિમાં ત્રણ પ્રકારના ખુણા

છે—કાઠખુણો, સાંકડખુણો અને પોહોલખુણો—

કાટખુણામાં ૯૦ અંરા—સાંકડખુણામાં તે કરતાં
ઓછા અને પોહોલખુણામાં વત્તા હોયછે.

ગતિ—ચલન અથવા ચાલ. પૃં ૨.

ગુણદ્વેગ—પૃં ૯૯.

ગુરુત્વાકર્ષકત્વ—સંઘા પદાર્થોમાં નીચે પડવાનું તે વ-
લણ હોયછે તે. પૃં ૪૭.

ગુરુત્વમધ્યખિંદુ—પદાર્થમાં એવું એક ખિંદુ છે કે તેને
જો આધાર આપ્યો તો આપ્યો પદાર્થ, ગમે તેવી
સ્થિતીમાં હોય તોપણ, સમતોલ રહેછે. પૃં ૬૯.

ગુરુત્વરેષા—ગુરુત્વમધ્યથી પૃથ્વીના મધ્ય સુધી જે લિટી
દોરીયે તે. પૃં ૬૯.

ધર્ષણ—પદાર્થોની સપાટી પરસ્પર લાગ્યાથી જે ધસારો
થાયછે તે.—ધંત્રોની અસરનું ગણિત કરવામાં ધ-
ર્ષણના ભાગની છૂટ મુકવી પડેછે. પૃં ૨૧૦.

ગરકમ્પી—છુટી ધોરડી. પૃં ૧૬૪.

ચલન—પદાર્થની ચાલ અથવા એક જગો. પરથી ખિંછ
જગોપર જવું. પૃં ૨.

જડત્વ—પદાર્થોમાં એક ગુણ છે કે જેથી તેઓ જેવી
સ્થિતીમાં હોયછે તેવીજ સ્થિતીમાં રહેછે, એ-
ટલે જો કંઈ અડચણ ન થાય તો ગતિમાન
હોય તો આલ્ચાજ કરે અને રિથર હોય તો રિથર
રહે. પૃં ૨.

ત્રિજ્યા—વર્તુલના મધ્યબિંદુથી પરીધ સુધી દોરેલી લિટી.

નિરપેક્ષગતિ—વગર સંબંધ રાખનારી ગતિ. પૃ. ૭.

પરાબલા—એક શંકુને એવી રીતે કાપીએ કે તેની એક બાજુ સાથે સમાંતર છેદન થાય તો તેને પરાબલા કહેછે.

પરીધ—ઘેરાવો, વર્તુલની હદ. પરીધના ૩૬૦ ભાગ કરેલા છે અને તે અંશ કહેવાયછે.

પ્રકૃતિ—જે પદાર્થને લંબાઈ, પોહોળાઈ અને જડાઈ હોયછે તેને કહેછે. પૃ. ૨.

પ્રતિરોધ—એ શબ્દ એવી એક પ્રેરણાને લગાડ્યામાં આપેલ છે કે જે બિજા પ્રેરણાને વિરુદ્ધ હોયછે અને તેની અસરનો નાશ કરેછે અથવા તેને કમી કરેછે. પૃ. ૭.

મહાર—ગતિમાન પદાર્થથી જે ધક્કો અથવા ધા લાગેછે તે. પૃ. ૩૯.

મેરણા—એક પદાર્થની સીધી ક્રિયા બિજા ઉપર થઇને જે તેમાં ગતિ ઉત્પન્ન થાયછે તે.

પાર્શ્વોદતચક્ર—બાજુના બેરથી ફરનાર ચક્ર. પૃ. ૧૫૬.

દૂળમાન—જે અથવા ધધારે પ્રેરણાઓ એકઠી થયાથી જે એક પ્રેરણા ઉત્પન્ન થાયછે તે. પૃ. ૨૧.

બળ—જે ક્રિયા પદાર્થની સ્થિતિમાં ફેરફાર ઉત્પન્ન કરેછે તે ક્રિયાને કહેછે—જેમકે પદાર્થ સ્થિર હોય તો

તેને ગતિમાન કરેછે અને ગતિમાન હોય તો તેને સ્થિર કરેછે. પૃ૦ ૭.

બળોનો સંઘાત અને ભેદન—જ્યારે જે અથવા વધારે બળો એકજ બળને ડેકાણે યોજાયે અને તેઓનું તે ફળમાન હોય તો તે ક્રિયાને બલોનું ભેદન કહેછે અને એથી તે વિરૂદ્ધ ક્રિયા તેને સંઘાત કહેછે. પૃ૦ ૨૧.

મધ્યાકર્પમેરણા—તે બળે કરીને કરતો પદાર્થ મધ્યખિન્દુની પાસે જવાનું વલણ રાખેછે તે. પૃ૦ ૧૨.

મધ્યોત્સારી મેરણા—તે બળે કરીને મધ્ય ખિન્દુની આસપાસ ફરનારો પદાર્થ મધ્યખિન્દુથી દૂર જવાનું વલણ રાખેછે તે. પૃ૦ ૧૨.

મળસૂત્ર—પેચદાર ખીલો અથવા યંત્ર. પૃ૦ ૧૬૮.

મોમેંટમ—ગતિમંત પદાર્થનું બળ અથવા ધક્કો અને તે હમેશાં પ્રકૃતિ ગુણ્યા વેગની બરોબર છે. પૃ૦ ૯.

લંબ—એક લિટી બિજા ઉપર એવી રીતે સીધી પડે કે તેથી તે જે ખુણા થાય તે બરોબર હોય.

વર્ધમાનગતિ—વધતી જનારી ગતિ. પૃ૦ ૮.

વ્યાસ—વર્તુલના મધ્યમાં થઈને જે બાજુએ પરીધ સુધી જનારી લિટી.

વેગ—એક પદાર્થની જે અમુક દર પ્રમાણે ગતિ થાય છે તેને કહેછે પૃ૦ ૮.

શક્તિવિજ્ઞાન—યંત્રશાસ્ત્રનો એક ભાગ છે જેમાં ગતિ-

મંત પદાર્થનું વિવેચન કરેલું છે પૃં ૧, ૮૮.

શંકુ—એક નક્કર આકૃતિ જેનો પાયો વર્તુલ અને મથા-
ળું બિંદુ છે.

સમગતિ—એક સરખી ગતિ. પૃં ૬.

સમતોલન—જ્યારે બે અથવા વધારે બળો એક પદાર્થ
ઉપર ક્રિયા કરીને તે પદાર્થને સ્થિર રાખે છે ત્યારે
તેવાં બળો સમતોલનમાં છે એમ કહેવાય છે.

પૃં ૧૮.

સમાંતરરેખા—સરખાં અંતરની લિટીઓ.

સમાંતરબાહુઓખુણ—તે ઓખુણ આકૃતિની સામ
સામેની બાહુ સમાંતર છે તે.

સાપેક્ષગતિ—સંબંધ રાખનારી ગતિ. પૃં ૭.

સ્થેર્યવિજ્ઞાન—યંત્રશાસ્ત્રનો એક ભાગ છે અને જે બળો
પદાર્થને સ્થિર રાખે છે તેઓ વિશે તેમાં વિવેચન
કરેલું છે. પૃં ૧, ૮૮.

ક્ષિતિજ—પૃથ્વીની વર્તુલાકાર હૃદયેખાય છે તે—સ્થિર પા-
ણીની સપાટી ક્ષિતિજ છે.

ક્ષિતિજસમસૂત્ર—તે વસ્તુ ક્ષિતિજની સાથે સમાંતર
અથવા સરખી છે તે.

ક્ષીયમાણગતિ—ઓછી યતી જનારી ગતિ પૃં ૮.

શુદ્ધિપત્ર.

પૃષ્ઠ.	ઓળ.	અશુદ્ધ.	શુદ્ધ.
૧૦	૧૬	કાંઈ	કોઈ
૧૫	૨	અવક	અકવ
૧૯	૧૮	વળળથી ય	યળળથી વ
૨૫	૨૬	ન	અન
૪૭	૧૩	શક્તી	શકતી
૪૮	૨૦	શક્તિ	શકતી
૫૦	૮	(૨૫) મી આકૃતિમાં	(૨૫ મી આકૃતિમાં)
૫૫	૧	આશ્વુડ	આશ્વુડ
૫૮	૯	વહ	કહ
૫૮	૨૦	(આકૃતિ, ૨૮) મી	(આકૃતિ ૨૮ મી)
૫૯	૫	(અવ)	(અગ)
૬૨	૧૧	વેલાઅ	વેલાઅ
૬૪	૧૪	આદોલન	આદોલન
૬૭	૯	(ર)	(ગ)
૬૭	૧૦	(ગ)	(ર)
૬૮	૧	અળન	અલન
૭૨	૨૩-૨૪	(પ) આગલ (વ)	(વ) આગલ એક
૭૨	૨૨	(અ) એક	(વ) એક
૮૬	૧૮	(અવક)	અવક
૯૪	૨૬	માં	તમાં

પૃષ્ઠ.	અંગ.	અશુદ્ધ.	શુદ્ધ.
૧૩૪	૭	(અ) થી	(વ) થી
૧૪૦	૩	મેળવવિયે	મેળવિયે
૧૪૨	૨૫	અતરમાંથી	અતરમાંથી
૧૪૫	૧	ઉદારણુ	ઉદારણુ
૧૭૩	૧૦	વારકરતી	વારકરતી
૧૮૮	૩	ગતિમંદ	ગતિમાન
૧૮૮	૭	આકૃતિ	આકૃતિ
૧૯૦	૯	ખેરનું	શેરનું
૧૯૯	૩	બ્યાર	બ્યાપાર
૨૦૩	૨૪	(વ) છેડા	છેડા
૨૦૬	૨૬	તના	તેના
૨૧૧	૨૪	ખીલે	ખિલ્લું
૨૧૬	૧૪	સ્પ	સ્પષ્ટ

૨૭૬૧૭



29519